

Comparación de tres normas de construcción sostenible y planteamiento de una nueva propuesta metodológica para la reducción del consumo de agua potable en una vivienda estrato 3

CARLOS ANDRÉS CAMARGO LEGUIZAMÓN 505067,
CAMILO ANDRES ROMERO TORO 505116

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.
2018

Comparación de tres normas de construcción sostenible y planteamiento de una nueva propuesta metodológica para la reducción del consumo de agua potable en una vivienda estrato 3

CARLOS ANDRÉS CAMARGO LEGUIZAMÓN 505067,
CAMILO ANDRES ROMERO TORO 505116

Asesor

INGENIERO DIEGO ALEJANDRO PULGARIN MONTOYA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir – copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra)



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

Nota de aceptación

Firma Presidente Jurado

Firma Jurado

Firma Jurado

Bogotá D.C., octubre de 2018

AGRADECIMIENTOS

Primero deseamos agradecer a Dios por habernos permitido llegar hasta este punto, por poder cumplir esta meta y ser el apoyo en momentos de dificultad.

Deseamos agradecerles a nuestros padres, Etelvina Leguizamón y Carlos Camargo y a Luis Romero y Gladys Toro, pues gracias a ellos hemos conseguido culminar nuestros estudios, agradecerles por su esfuerzo y por apoyarnos a cumplir las metas que nos hemos propuesto en nuestras vidas.

También agradecemos a todos los amigos, compañeros y a todas aquellas personas que con apoyo lograron complementar y centrar ideas fundamentales para la construcción de este trabajo y finalmente, agradecemos a nuestros profesores, ya que creyeron en nuestras ideas y nos ayudaron con su experiencia a encaminar nuestro trabajo de grado.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	13
2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
3. ANTECEDENTES.....	17
4. JUSTIFICACIÓN.....	19
5. OBJETIVOS.....	21
5.1. General.....	21
5.2. Específicos	21
6. ALCANCE Y LIMITACIONES	22
6.1. Alcance.....	22
6.2. Limitaciones.....	23
7. MARCO CONCEPTUAL	24
7.1. Sostenibilidad ambiental.....	24
7.2. Medio ambiente	25
7.3. BREEAM.....	27
7.4. LEED	27
8. MARCO TEORICO	29
8.1. Consumo Hídrico	29
8.2. Estrato 3 en Colombia	29
8.3. Normas	31
9. MARCO HISTÓRICO	33
10. MARCO LEGAL	38
11. ESTADO DEL ARTE.....	41
12. METODOLOGÍA	43
12.1. Revisión detallada de las normas internacionales y la guía colombiana. 44	
12.2. Definir parámetros relevantes para la reducción del consumo de agua en edificaciones de las normas y la guía colombiana.....	44
12.3. Elegir una vivienda de estudio de estrato 3.....	44

12.4.	Identificación de los principales accesorios y electrodomésticos que requieren consumo hídrico según las exigencias mínimas de una vivienda de estrato 3.....	45
12.5.	Identificación de accesorios, electrodomésticos y clasificación de las zonas que requieren consumo de agua en la vivienda de estudio.	45
12.6.	Realizar un aforo volumétrico a los consumos de agua exigidos por la vivienda de estudio.....	46
12.7.	Comparación de los consumos de la vivienda en estudio vs los consumos mínimos requeridos por las normas y la guía.	46
12.8.	A partir de la comparación realizada, identificar la mejor metodología optimizando el ahorro de agua.	46
12.9.	Realizar una tabulación de los consumos históricos de la vivienda vs el aforo volumétrico realizado anteriormente.....	47
12.10.	Analizar los costos de implementación de la metodología.	47
12.11.	Realizar una guía metodológica.....	47
12.12.	Verificación del potencial de ahorro de agua en la vivienda de estudio. 48	
12.13.	Comparación de la guía metodológica propuesta vs las normas internacionales y la guía colombiana.....	48
12.14.	Ahorro teórico porcentual de cada una de las normas y la guía respecto a la línea base.	48
13.	RESULTADOS.....	50
13.1.	Resumen BREEAM.	50
	54
	Fuente: Propia (33)	54
13.2.	Parámetros BREEAM.....	55
13.3.	Resumen LEED.....	56
13.4.	PARÁMETROS LEED.....	60
13.5.	Resumen guía colombiana.....	61
13.6.	Parámetros guía colombiana.....	62
13.7.	Descripción de la vivienda objeto de estudio e identificación de accesorios y electrodomésticos de las normas y la guía pertinentes para la vivienda en estudio y clasificación de las zonas correspondientes a la misma.	62
13.8.	Clasificación de zonas de consumo de agua.	63

13.9.	Aforo volumétrico de los consumos de la vivienda en estudio.....	65
13.10.	Comparación de consumos de la vivienda vs las normas y la guía. ..	67
13.11.	Mejor metodología para la optimización del recurso hídrico y clasificación de zonas de máximo consumo.....	70
13.12.	Consumos históricos de la vivienda en estudio.....	72
13.13.	Análisis de costos.....	75
13.14.	Guía metodológica.	76
13.15.	Potencial de ahorro del agua aplicando la guía propuesta.....	77
13.16.	Comparación de la guía metodológica vs las normas internacionales y la guía colombiana.....	80
13.17.	Proyección de ahorro porcentual de cada una de las normas y la guía respecto a la línea base.....	82
	Fuente: Propia (33).....	82
14.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	83
14.1.	Análisis resumen BREEAM.	83
14.2.	Análisis resumen LEED.	83
14.3.	Análisis resumen guía colombiana construcción sostenible para el ahorro de agua y energía.....	83
14.4.	Descripción de la vivienda objeto de estudio.....	84
14.5.	Clasificación de accesorios y electrodomésticos para la vivienda en estudio. 84	
14.6.	Clasificación de zonas de consumo de agua.....	84
14.7.	Aforo volumétrico de los consumos de la vivienda en estudio.....	85
14.8.	Comparación de consumos de la vivienda vs las normas y la guía.....	85
14.9.	Zonas de máximo consumo.....	86
14.10.	Consumos históricos de la vivienda.	86
14.11.	Análisis de costos.....	86
14.12.	Guía metodológica.	87
14.13.	Potencial de ahorro del agua aplicando la guía propuesta.....	87
14.14.	Comparación de la guía metodológica vs las normas internacionales y la guía colombiana.....	87
14.15.	Proyección de ahorro porcentual de cada una de las normas y la guía respecto a la línea base.....	88

15.	CONCLUSIONES	89
16.	BIBLIOGRAFÍA	90

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Parámetros BREEAM	55
Tabla 2 Parámetros LEED	60
Tabla 3 Parámetros guía colombiana	62
Tabla 4 Clasificación de accesorios y electrodomésticos.	62
Tabla 5 Clasificación de consumos de agua por nivel	63
Tabla 6 Clasificación de accesorios y electrodomésticos por zona.	64
Tabla 7 consumos de la vivienda en estudio	66
Tabla 8 Comparación de las normas BREEAM, LEED Y LA GUÍA COLOMBIANA.	67
Tabla 9 Comparación de las normas BREEAM, LEED, la guía colombiana y la casa en estudio.	69
Tabla 10 Mejor metodología	70
Tabla 11 Zonas de máximo consumo en la vivienda de estudio.....	71
Tabla 12 Consumo histórico de la vivienda en estudio.	72
Tabla 13 Análisis de costos.	75
Tabla 14 Consumo nuevo aplicando la guía.	77
Tabla 15 Comparación de consumos.	78
Tabla 16 Ahorro de agua bimestral aplicando la guía.....	79
Tabla 17 Comparación de las normas y la guía colombiana vs la guía propuesta.	80
Tabla 18 Ahorro porcentual respecto a la línea base.....	82

TABLA DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de Clasificación del Clima en Colombia según la Temperatura y la Humedad Relativa y listado de municipios.	32
Figura 2 Flujograma resumen norma BREEAM.....	51
Figura 3 Flujograma resumen norma LEED.	57

TABLA DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Consumo por accesorios de las normas y la guía.....	68
Gráfica 2 Consumo por accesorios de las normas, la guía y la vivienda de estudio.....	70
Gráfica 3 Consumo histórico.....	74
Gráfica 4 Representación gráfica de la comparación de las normas y la guía colombiana vs la guía propuesta.	81

1. INTRODUCCIÓN

Las normas de construcción sostenible tienen como fin mitigar los impactos ambientales que pueden generarse a partir de la ingeniería civil, estas a su vez son utilizadas para generar y desarrollar sistemas en los cuales se optimizan los recursos energéticos.

Teniendo en cuenta lo anterior, se busca comparar las normas de construcción sostenible BREEAM, LEED y la Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones, con el objetivo de encontrar cuál es la más adecuada, respecto a la reducción de agua potable en viviendas de un estrato específico.

Aunque existen muchos otros manuales y guías de construcción, el alcance de este proyecto se limitará dentro de estas dos normas internacionales y la guía colombiana, tanto por su importancia, como por el análisis en cuanto a su aplicabilidad y viabilidad en una construcción existente de estrato 3 en la ciudad de Bogotá. De tal manera, será objetivo principal de la investigación generar una propuesta alterna a la guía de construcción sostenible que actualmente tiene Colombia, la cual fue dirigida por el Ministerio de Vivienda, CAMACOL (Cámara Colombiana de la Construcción) e IFC (Corporación financiera internacional).

Tomando como referencia las dos normas internacionales BREEAM, LEED y la guía anteriormente mencionada, con el fin de inculcar nuevos parámetros, diseños e instrumentos que poseen estas dos normas internacionales, se observará los parámetros más importantes a la hora de implementar la nueva metodología; estos parámetros hacen referencia a los consumos máximos que deben de tener los aparatos sanitarios y electrodomésticos.

Teniendo en cuenta lo anterior es importante hacer énfasis en que estos consumos son medidos en litros por minuto para el caso de las griferías, litros por descarga para el caso de los sanitarios y litros por funcionamiento para el caso de la lavadora.

Por otro lado, aunque la investigación sobre la aplicación de guías y normas de construcción sostenible a nivel mundial es diversa y la aplicación de los mismos es reconocida en el contexto colombiano, su estudio no es tan extenso. “Los términos edificio verde, arquitectura verde, infraestructura sostenible, se refieren al diseño, la construcción y la operación de edificaciones que no solamente deberían ser amigables con el medio ambiente, sino que también deberían generar una rentabilidad económica y una comodidad tanto para trabajar, como para vivir”¹.

¹ AYALA SÁNCHEZ, PAOLA ANDREA y PEÑA PARDO, MIGUEL DANILO. 07 de DICIEMBRE de 2016.

Es por esto, que la finalidad del proyecto además de buscar una optimización en el componente agua de una vivienda estrato 3 en Bogotá, como acción secundaria se buscará obtener una optimización económica, entendida como ahorro en la factura de cobro por servicios de agua, reflejada en un tiempo determinado.

2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

Una de las problemáticas más recurrentes en la actualidad, difundida por medios de comunicación, gobiernos y comunidades es la sequía a la que el planeta se enfrentará en veinte años. Esto se ha presentado por los diferentes excesos cometidos por la industria, por comunidades abastecidas, que ven en el agua una fuente inagotable, tal como lo plantean sitios de medios y noticias a nivel mundial: “existe una problemática ambiental hídrica a nivel mundial, esta hace referencia a la sequía y esto se debe a la poca cantidad de lluvia registrada y contaminación de fuentes hídricas en diferentes zonas o países, además de esto se le atribuyen incendios forestales en los cuales se registran grandes pérdidas de vegetación y fauna; en países como Francia y Portugal, actualmente se sufre por sequías debido a los grandes incendios forestales”².

Como consecuencia de las sequias y la contaminación existente , aparecen grandes incendios forestales como por ejemplo “en Portugal, estos incendios han acabado con más de 75000 (Setenta y cinco mil) hectáreas y actualmente el 80% del país está en estado de sequía; en Italia, en la ciudad de Roma actualmente hay una escasez hídrica, la cual afecta a 2/3 de la superficie de cultivos”².

Por otro lado, como gran prueba del daño ambiental, “Ciudad del Cabo en Sudáfrica, anuncia que será la primera ciudad en quedarse sin agua en el mundo”.³

En Latinoamérica, la escasez reiterada en países como Bolivia y Perú, es una constante para sus pobladores debido a que países como Bolivia no tienen salida al mar, entre otras situaciones; y en Perú, la ausencia de precipitaciones agudiza esta situación.

En contraposición, países como Brasil, son abanderados a nivel mundial en sostenibilidad ambiental, tanto así, que emiten bonos que las potencias mundiales les compran. En el ámbito colombiano, las cosas se atenúan por la falta de planeación de las autoridades y corporaciones regionales, aunque temas reincidentes como fenómenos del Niño y la Niña, azotan al país con más frecuencia., pero, las políticas medio ambientales son ineficaces o se aplican de forma inadecuada.

La capital colombiana, Bogotá, representa la más grande conglomeración de industria, además de esto, tiene una de las poblaciones más numerosas de Latinoamérica, y la más grande del país, por ello, las fuentes de agua son vitales para que el progreso persistente de la capital siga siendo un estandarte de la nación.

² Referencia electrónica tomada de **Alerta, Nuestro Planeta en**. Youtube.28 de julio de 2017.

³ **Comercio, Grupo El**. El Comercio. 22 de Marzo de 2018.

El estrato socioeconómico tres (3) en Bogotá, figura como aquel con la mayoría de población capitalina, es por ello que será el centro de la investigación siendo este el más representativo.

Por otro lado, es importante realizar gestiones para la optimización del recurso hídrico ya que “el crecimiento constante de la población y la necesidad de atender la demanda de agua requerida para satisfacer sus necesidades básicas”⁴ son difíciles de lograr, por eso es importante considerar estrategias que optimicen y favorezcan al ahorro de agua.

Por lo anterior, implementar metodologías que reduzcan el consumo de agua para una vivienda es de gran importancia. Ya que se evidencian mejoras de gran alivio para satisfacer las necesidades básicas.

Ante la amenaza de un mundo sin agua potable y con unos índices de precariedad en la calidad de agua, conllevando a un mundo estéril y con grandes posibilidades de sequías, es necesario comenzar a hacer del consumo de agua humano, algo sustentable y amigable con el medio ambiente, es por ello que se quiere definir una propuesta para el manual de construcción verde en el componente agua, apropiado a la realidad socioeconómica del país para el estrato 3.

Por lo anterior, se buscará obtener un resultado favorable en la comparación entre las dos normas internacionales de construcción sostenible (BREEAM y LEED) y la guía colombiana (Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones) y con esto generar una propuesta a nivel Bogotá para estrato 3.

De esta manera se podrá atribuir cambios significativos contra factores como “el desarrollo urbano, el cambio climático, el crecimiento demográfico, la contaminación del agua y los cambios en los patrones de consumo”⁴ ya que estos factores “han contribuido al desbalance entre la disponibilidad de fuentes hídricas de calidad y la demanda de agua.”⁴

Por todo lo expuesto esta investigación responderá a la pregunta: ¿Cuáles son los parámetros que se deben aplicar para reducir el consumo hídrico en una vivienda estrato tres, teniendo como base la comparación de las dos normas internacionales BREEAM, LEED y de la guía colombiana (Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua en edificaciones)?

⁴ ¿ *DESARROLLO SOSTENIBLE EN COLOMBIA?* **semana**. Bogotá : s.n., 2011.

3. ANTECEDENTES

Los manuales de construcción sostenible, como guías primas para las buenas prácticas y la optimización general de los recursos en la construcción y en su posterior utilización, son una medida consecuente de las evidentes afectaciones del medio ambiente por parte de la mano del hombre.

Como punto de partida de este estudio, un documento relevante es LEED, norma americana, derivada de la asociación USGBC (U.S. Green Building Council), publicada en 1993, y que se implementó ante la necesidad de una alternativa frente la renuencia del Gobierno norteamericano frente a la necesidad de acoger políticas sostenibles. Para el año 2014, USGBC contaba con 75 sedes en el área de Estados Unidos, y 100 más en todo el mundo, dedicadas a supervisar la aplicación de la guía y otorgar las acreditaciones, y con alrededor de 190.000 profesionales en LEED, y más de 10400 millones de pies cuadrados certificados bajo la norma,⁵.

Mientras que la norma británica, BREEAM (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method), teniendo un origen en Europa, más específicamente en el Reino Unido, 'es el método de evaluación y certificación de la sostenibilidad en la edificación, técnicamente más avanzado y líder a nivel mundial con más 20 años en el mercado y más de 541.000 edificios certificados en 77 países desde su creación en 1990',⁶

El tercer elemento de análisis para ese estudio es la Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones, la cual es el resultado del esfuerzo del gobierno colombiano para mantener su reciente tendencia a la conservación del medio ambiente, "Esto comenzó en septiembre de 2010 como una iniciativa que examinaba las oportunidades para promover construcción sostenible. A comienzos del 2011 el gobierno colombiano, a través del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, solicitó asistencia a la Corporación Financiera Internacional (IFC – por sus siglas en inglés) para desarrollar el Código Nacional de Construcción Sostenible para Colombia, en pro de mitigar el impacto ambiental del sector de la construcción. IFC también recibió un pedido formal por parte de la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL) para hacer parte de la mesa redonda que está desarrollando un marco regulatorio en conjunto con el ministerio para fortalecer la consciencia de construcción sostenible y desarrollar la construcción de

⁵ **BREEAM® España**. 2018 Construcción Sostenible BREEAM® ES. BREEAM® España, 2018.

⁶ **U.S. Green Building Council (USGBC)**. *What is USGB? (2014)*. Washington D.C. : U.S. Green Building Council (USGBC), 2014

capacidades en el sector en diseño eco-eficiente, energía, eficiencia del agua y materiales, entre otros.”⁷

Por tanto, la existencia de estos manuales y en específico la evidencia de aplicaciones dentro del territorio colombiano y su aplicación cada día más común, son la muestra del interés mostrados por parte del colectivo y del gobierno nacional, por el medio ambiente y su conservación, así sea en cuanto a construcción.

Otro aspecto dentro de la preservación del agua, está relacionado con el uso de agua residencial, pues aporta una parte no despreciable de carga dentro del sistema de acueducto de agua potable en términos generales a nivel mundial, es por ello que con medidas simples se pueden llegar a lograr grandes reducciones en los consumos totales, aminorando por ende la carga que se genera a las PTAPs (plantas de tratamiento de aguas potable)⁸

Otro factor no considerado es el precio del agua, hablando en términos económicos no tiene un valor elevado, si se tiene en cuenta como ejemplo, en la ciudad de Bogotá el precio por metro cubico de agua, para edificaciones de estrato socio-económico tres (3, pagan un valor en tarifa plena de \$2.533 pesos colombianos por cada metro cubico de agua potable consumido, yendo aún más lejos en ciudades y países más ricos el caso se acentúa aún más, como en Washington DC pagan un máximo de \$0.70 dólares por metro cubico, en Alemania pagan un máximo de 1.99 euros por metro cubico; teniendo todo esté presente existen evidencias que por cada punto porcentual que se incremente el valor monetario del agua, bajara un 0.29% el consumo de agua⁹.

Es por ello que las medidas propuestas en las metodologías suponen oportunidades sustanciales de ahorro en edificaciones tipo R de ocupación general (tal y como se clasifica en la Norma Sismo resistente colombiana –NSR10-)⁷

⁷ **Ministerio de Vivienda.** Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones . Bogotá D.C. : Gobierno de Colombia, 2015.

⁸ **EFICIENCIA EN EL CONSUMO DE AGUA. Giraldo, Manco Silva Deibys, Jhoniers, Erazo Guerrero y Ana, Cruz Ocampo Maria.** Medellín : s.n., 2012.

⁹ **Schleich , Joachim y Hillenbrand, Thomas.** *Determinants of Residential Water Demand in Germany* . Karlsruhe : Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research, 2007

4. JUSTIFICACIÓN

La conciencia global está sufriendo un cambio de paradigmas, las bases del sustento general como especie, se están agotando, cambiando o están siendo contaminadas por los múltiples ápices que en el pasado significaron un desarrollo acelerado. En los últimos trescientos años, la huella que la humanidad ha dejado sobre el planeta, ha logrado cambiar el estado general de la tierra; esta mentalidad está cambiando, a un ritmo considerable, teniendo como referencia, una cultura basada en el consumo, que viene arraigándose en el pensamiento desde principios del siglo pasado, pero que por fuerza de los acontecimientos evidentes ocurridos recientemente, desafían la capacidad de adaptación, sobre la modificación de las conductas y utilización de los recursos que antes se creían infinitos y, que hoy, es evidente que este concepto no podría estar más alejado de la realidad.

El mundo, así como se definirá posteriormente, recibe un gran impacto medio ambiental por causa del desarrollo de infraestructura de edificaciones y construcción en general. Los desarrollos de guías de construcción enfocadas a un desarrollo sostenible son vitales para la preservación de la vida. En el ámbito mundial la aplicación de estas guías es algo extendida y en crecimiento exponencial en su empleo, para el caso de Colombia es algo un tanto novedoso el uso de este tipo de técnicas, pues aún son algo exclusivas en casos específicos.¹⁰

Esta investigación busca validar la aplicación de manuales de construcción sostenible a la clase media trabajadora, para Colombia estrato 3, todo esto enfocado al componente agua, pues se considera el gran problema del siglo 21, más allá de problemáticas como la polución y lo que esta genera, pues la contaminación de fuentes hídricas y la escasez de fuentes limpias que provean a la población son cada día más escasas y el crecimiento demográfico (número de personas) va en aumento, cuestión de gran relevancia, ya que preservar el agua es una necesidad fundamental de la vida. Como consecuencia de dicho ahorro, también se presenta una disminución en la cuenta del agua, que se genera a consecuencia del consumo, pero dado el precio del agua, y se habla solo del agua, sin incluir alcantarillado y recolección de basura, que también se tiene en cuenta dentro de la factura, los posibles periodos de retorno de este, pueden llegar a ser lapsos demasiado largos, aun mas contemplando de que la factura llega de forma bimensual en el país, este periodo de retorno aumenta

¹⁰ RAMIREZ, AURELIO. *LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE*. 2012.

Este análisis permitirá, establecer qué manual es mejor y más viable en su utilización dentro del contexto nacional, y más específicamente el contexto bogotano, identificando los consumos mensuales del caso en particular (estrato 3), y comparando los posibles nuevos consumos desde las mejoras propuestas por cada uno de los manuales de construcción. Al final, se concluirá cuál es mejor y más factible de aplicar en el objeto de caso, teniendo como consideración, no solo el ahorro de agua, sino el más económico y cuál, de ser aplicado, daría el periodo de retorno más corto frente a la inversión correspondiente a aparatos sanitarios necesaria para su aplicación.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Realizar la comparación de los parámetros para el consumo de agua, que presentan las normas internacionales (BREEAM y LEED) y la guía colombiana (Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua en edificaciones) para determinar el ahorro potencial que se tendría en las construcciones de viviendas de estrato 3 en la ciudad de Bogotá.

5.2. Específicos

- Realizar una revisión detallada en el componente hídrico de las normas internacionales y la guía colombiana e Identificar las variables principales que presenta cada metodología.
- Presentar una nueva metodología de construcción sostenible en el componente hídrico para vivienda estrato 3, que incluya las variables anteriormente identificadas en las dos normas internacionales y la guía colombiana y aplicarla la propuesta metodológica a una vivienda estrato 3 que no haya implementado este sistema.
- Definir el ahorro potencial de agua que se presentaría al aplicar cada una de las normas internacionales y de la guía colombiana en una vivienda estrato 3 en la ciudad de Bogotá.
- Comparar los resultados obtenidos en el análisis de cada una de las normas aplicadas, incluida la nueva propuesta metodológica, e identificar las ventajas y desventajas que presentan las dos normas internacionales y la guía colombiana en la reducción de consumos de agua potable para el caso de estudio.

6. ALCANCE Y LIMITACIONES

6.1. Alcance

El alcance del proyecto a desarrollar se basará en estudiar, analizar y comparar las normas sostenibles (BREEAM, LEED) y la guía de construcción colombiana (Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua en edificaciones). La aplicabilidad de la nueva metodología se empleará en la ciudad de Bogotá, Colombia, a una vivienda de estrato 3, con el fin de contribuir con el medio ambiente, en sintonía con nuevas propuestas y disposiciones nacionales: “El país está fortaleciendo su estrategia para proteger los recursos hídricos y a los 92 planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas con la información de 21 millones de hectáreas, lo cual soporta la toma de decisiones sobre la conservación del agua, biodiversidad y servicios eco sistémicos necesarios para la gestión del riesgo”¹¹

El desarrollo de este proyecto se dará en un tiempo aproximado de un año, en el cual se realizarán diferentes entregables, donde se habrá avanzado considerablemente en el desarrollo del proyecto, comenzando con la revisión de las normas internacionales y de la guía colombiana, para conocer todas las especificaciones que estas conllevan, y lograr hacer un análisis y aplicación de las mismas, para así poder agrupar los parámetros de cada una de ellas para la construcción sostenible y poder entregar la propuesta que se tiene pensada para ser implementada en una vivienda de estrato 3 en Bogotá.

Es importante aclarar que para culminar el proyecto es necesario haber obtenido y analizado las normas internacionales y la guía de construcción colombiana, además, es necesario adquirir información extra como documentos, tesis, periódicos, documentales y todo material electrónico que pueda estar relacionado con la construcción sostenible y la problemática hídrica a nivel mundial y especialmente a nivel Bogotá.

¹¹ **ADN.** Un recurso a proteger. *EN DIA MUNDIAL DEL AGUA, EL PAIS REITERA TAREA PARA PROTEGERLA.* 2018.

6.2. Limitaciones

Dentro de las normas analizadas, se tienen en cuenta la presión que está directamente relacionada con los consumos, es por ello que se debe garantizar una presión continua dentro del sistema de distribución de agua potable dentro de la edificación en la cual se quiera lograr la acreditación o cumplimiento de alguna de estas normas.

Y por ser un estudio sobre una vivienda de clase media en Colombia, el costo de los aparatos y la disposición del espacio necesaria para la obtención de una presión constante dentro de una edificación, son elevados.

Además del mantenimiento que requieren estos equipos, hacen inviable y poco realista la exigencia de estos según lo explicado. es por ello que el parámetro de la presión tenido en cuenta en el sistema al que los cabezales hidráulicos arrojan caudal, no serán tenidos en cuenta para este análisis.

7. MARCO CONCEPTUAL

Para el proyecto y su entendimiento es necesario aclarar las siguientes definiciones según los temas que se tratan en este estudio:

7.1. Sostenibilidad ambiental

La sostenibilidad ambiental es una problemática mundial, que ha llevado a los gobiernos a plantearse como uno de los temas más relevantes para la humanidad.

Como consecuencia del agotamiento de los recursos hídricos, es importante implementar herramientas y nuevas tecnologías que aporten al ahorro de agua potable en todo el mundo. “Para que los recursos con los que contamos sean renovables (no se acaben) la tasa de uso, recolección o pesca, no debe exceder a la tasa de regeneración que necesitan cada uno de los recursos estudiados. No es posible que el ser humano contamine a un ritmo más rápido del que la Tierra y el Medio Ambiente son capaces de asimilar y procesar, esto también implica una eliminación sostenible y natural de los residuos”¹².

Para mitigar estos impactos negativos es necesario tener claro que el “objetivo de la sostenibilidad ambiental es conservar los recursos naturales y desarrollar fuentes alternas de energía, mientras se reduce la contaminación y los daños al medio ambiente causados por culpa de las acciones antropogénicas. Para calcular la sostenibilidad ambiental, el principio rector es el estado del planeta a futuro, medido en períodos predeterminados de años (un lustro, una década, un siglo, un milenio). Muchos de los proyectos en los que se basa la sostenibilidad ambiental implicarán, por ejemplo, la replantación de bosques, la preservación de humedales y la protección de áreas naturales.”¹³

La sostenibilidad ambiental en el mundo es parte fundamental de la sobrevivencia de la especie humana, por tal motivo, es de gran importancia aplicar metodologías y nuevas tecnologías para reducir el consumo excesivo del recurso hídrico puesto que, aunque algunos no tienen conciencia de la gravedad del asunto, es importante y necesario implementar conciencia sobre el pensamiento que tienen muchas personas sobre el tema.

Por lo anterior y debido a la falta de conciencia que hay en la actualidad sobre el medio ambiente, es importante aclarar que “La sostenibilidad no es una entelequia ni una palabra vacía como en algún momento trató de hacerse ver. Algunos se

¹² Manuel, Becerra Rodríguez. scielo. Julio de 2007.

¹³ Daly, Herman. ecoticias. *¿Qué es la sostenibilidad ambiental?* [En línea] 2 de Febrero de 2017.

enfrascan aún en el debate nominalista con la sustentabilidad, un problema de traducción que la tradición colombiana acogió con el deleite con que a menudo pierde de vista lo sustancial de las innovaciones. Es un concepto central de la evolución del pensamiento occidental y de la modernidad, que surge porque somos capaces de cuestionar el modelo civilizatorio creado por las distintas revoluciones de la humanidad, tan exitoso a la vez que tan letal y eventualmente inviable en el mediano plazo. Es una idea que acoge las admoniciones de los grandes sistemas filosóficos acerca del deseo, su satisfacción, los valores personales y colectivos, la confianza y el egoísmo.”¹⁴

La sostenibilidad ambiental en un país como Colombia, depende de la constitución política, debido a que países con poco desarrollo poseen la necesidad de adquirir y mejorar su economía. Por tal motivo, los recursos ambientales pasan de ser una prioridad a ser un recurso que se ve reflejado en mayorizar la economía colombiana.

Por tal motivo, un país como Colombia se ve en la necesidad de vender las fuentes hídricas a países en los cuales carecen del privilegio hídrico en grandes proporciones, además con un desarrollo mucho más alto que el de Colombia. “Entonces, para poder hablar de sostenibilidad ambiental en un país como Colombia debemos partir de esa premisa, un país cuya economía es sostenida principalmente por la explotación de sus recursos naturales y por la eliminación de varios renglones económicos, como la industria y agricultura, dentro de un modelo mundial de liberalización comercial y de mercado.”⁴

7.2. Medio ambiente

Se considera medio ambiente a todo aquello que rodea el cotidiano vivir de los individuos, pero en un plano ecologista que arraiga todos los componentes ecológicos que contiene el mundo.

El medio ambiente para los seres vivos es de gran importancia, ya que este permite tener una calidad de vida alta, gracias a los componentes de su naturaleza como lo son la calidad del aire, el cual satisface necesidades humanas purificando por medio de sus árboles entornos cotidianos en los cuales las industrias tienen un mayor empoderamiento por la emanación de gases tóxicos y perjudiciales para la salud, componentes como la purificación del agua, que a través del movimiento de fuentes hídricas que pasan por ríos ayudan a combatir la contaminación generada por el

¹⁴ **Baptiste, Brigitte.** Semana Sostenible. *Culturas de sostenibilidad*. 23 de 05 de 2017.

⁴ ¿ **DESARROLLO SOSTENIBLE EN COLOMBIA?** **semana.** Bogotá : s.n., 2011

hombre por medio de vertimientos, algunas veces accidentales como el petróleo y desechos sanitarios producidos por las viviendas.

En conclusión el medio ambiente “Es todo aquello que rodea al ser humano y que comprende: elementos naturales, tanto físicos como biológicos; elementos artificiales (las estructuras); elementos sociales, y las interacciones de todo estos elementos entre sí”¹⁵

Para un enfoque más aterrizado al caso de estudio, es importante hacer énfasis en que la ingeniería en muchos casos aporta estabilidad ambiental y genera cambios positivos al medio ambiente, pero por otro lado y en muchos casos, la ingeniería atribuye a cambios negativos significativos para el mismo, esto debido a casos como la construcción y la emisión de gases producidas por las industrias.

Por lo anterior la ingeniería “busca soluciones a los diversos problemas ambientales, muchos de los cuales fueron generados por las tecnologías de su propio cuño. Así que la ingeniería de hoy, desde sus múltiples ramas, busca contribuir a enfrentar los diversos problemas ambientales, entre los cuales se mencionan: el calentamiento global, la contaminación del aire, el declive de la capa de ozono, el deterioro de los recursos de agua dulce, el deterioro del medio ambiente marino, el declive de la biodiversidad, el empobrecimiento y la pérdida de suelos y los contaminantes orgánicos persistentes.”¹²

Es importante definir que una construcción verde hace referencia a “aquella que está en sincronía con el sitio, hace uso de energía, agua y materiales de un modo eficiente y provee confort y salud a sus usuarios. Todo esto es alcanzado gracias a un proceso de diseño consciente del clima y la ecología del entorno donde se construye la edificación.”¹⁶

El estado de la construcción verde en Colombia y el mundo, dentro de un marco general es un tema novedoso y aun en desarrollo constante, sujeto a cambios gracias al aprendizaje en su aplicación.

La afectación del desarrollo acelerado de la humanidad al planeta es objeto de preocupación, y uno de los factores determinantes de este daño es el desarrollo de infraestructura y uso de la misma, específicamente la construcción, por lo general produce no solo un daño directo contra el medio ambiente, sino que también un gasto excesivo de recursos, es por esto, que se da la creación de manuales, guías

¹⁵ **Sánchez , Vicente y Guiza, Beatriz.** *Glosario de terminos sobre medio ambiente.* Santiago de Chile : Oficina regional de educación de la UNESCO para America Latina y el Caribe, 1989.

¹² **Manuel, Becerra Rodríguez.** scielo. Julio de 2007.

¹⁶ **CAMACOL, IFC y Ministerio de vivienda.** *Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones.* 2010.

y normas de construcción sostenible, que intentan minimizar el impacto ambiental, delimitando el uso de materiales que puedan conllevar a gastos innecesarios en la ocupación de la construcción, limitando el gasto energético y limitando el gasto excesivo de agua.

7.3. BREEAM

Acreditación internacional de origen Ingles otorgada bajo el cumplimiento de los estándares del manual que lleva su mismo nombre, que significa que una edificación tanto en su construcción como en su ocupación será ambientalmente sostenible y que además presentará los mínimos consumos en todos los componentes, tanto lo como la norma lo permite.

El contexto de la norma hace referencia a la optimización de recursos ambientales por medio de la asignación de créditos, es una norma británica la cual ha tenido gran empoderamiento a la hora de aplicar la metodología en edificaciones, ya que evidencia cambios significativos en las mismas, obteniendo una optimización alta de los recursos ambientales.

Para el componente agua, la norma establece una serie de créditos, los cuales se basan en optimizar los aparatos sanitarios como los inodoros, urinarios, griferías y aparatos electrónicos, a su vez, la norma hace referencia al uso de métodos que ayuden a reciclar el agua pluvial, esto, para obtener un mayor porcentaje a la hora de revisar el consumo de agua generado por habitantes en una edificación.

7.4. LEED

Acreditación internacional de origen estadounidense otorgada bajo el cumplimiento de los estándares del manual que lleva su mismo nombre, que significa que una edificación tanto en su construcción como en su ocupación será ambientalmente sostenible y que además presentará los mínimos consumos en todos los componentes, tanto lo como la norma lo permite.

La contextualización para la norma LEED es parte de un proceso detallado, la cual clasifica los principales prerrequisitos que debe de cumplir una vivienda o edificación por medio de consumos de agua al exterior e interior de la vivienda.

Al igual que el anterior con los criterios de la norma BREEAM, la norma LEED tiene prerrequisitos, los cuales hacen referencia al ahorro potencial que se podría generar

al utilizar consumos máximos por aparato electrónico y grifería existente en una vivienda.

En base a lo anterior, en los procesos de la norma se puede observar la clasificación del puntaje que la norma americana otorga por cada prerequisite cumplido, de tal manera que al final si se completa con todos los requisitos, se obtiene la totalidad de puntos lo cual permite certificar a una edificación con la norma LEED.

7.5. Aforo volumétrico

Los aforos volumétricos hacen referencia a la medición de sustancias en un tiempo determinado de un caudal en específico.

La medición del caudal se puede obtener gracias a mediciones de diferentes formas, estas formas dependen del estudio y de la elección del caso, es importante inferir que estas mediciones también dependen del lugar en el cual se quiera hacer la medición, puesto que no todos los lugares tienen las mismas condiciones climáticas, por tal motivo se debe de adoptar una buena metodología o como anteriormente mencionado una buena forma de medición.

Generalmente la metodología más común para el aforo volumétrico es realizar una medición en una grifería que presenta una caída de agua o fluido, A la hora de implementar esta metodología es necesario poseer herramientas como un cronometro y un recipiente con volumen conocido, esto para saber con exactitud la cantidad de flujo de agua o sustancia que existe en un determinado tiempo.

8. MARCO TEORICO

Para realizar el marco teórico de esta investigación, se considerarán las tres variables planteadas en la pregunta de investigación, las cuales dan cuenta sobre los parámetros para reducir el consumo hídrico, las consideraciones sobre estratificación en Colombia, teniendo como prioridad las indagaciones sobre estrato 3 y, por último, las dos normas internacionales y la guía colombiana.

8.1. Consumo Hídrico

El agua es un recurso vital para el ser humano, por ende, es necesario que se promuevan campañas en contra del uso indiscriminado de este bien, pues, se sabe que en estos momentos a nivel mundial aproximadamente un 40% de la población, no cuenta con una fuente de agua potable constante, lo cual ha hecho que el esta se convierta en un punto estratégico para los comercios en varios países. Se sabe que una fuente de agua potable está relacionada con la salud y la calidad de vida de una comunidad, por ende, se han implementado a nivel mundial estrategias que incentiven el consumo adecuado del recurso hídrico.

“En 2010 se expidió la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, en la cual se establecen los objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción para el manejo de este recurso en el país, con un horizonte de 12 años. Esta Política tiene como objetivo general garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, mediante una gestión y un uso eficiente y eficaz, articulados al ordenamiento y uso del territorio y a la conservación de los ecosistemas que regulan la oferta hídrica, considerando el agua como factor de desarrollo económico y de bienestar social, e implementando procesos de participación equitativa e incluyente. El mecanismo previsto para materializar la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, es el Plan Hídrico Nacional, el cual está integrado por los programas, proyectos y actividades que se deben implementar de forma prioritaria, para desarrollar cada una de las líneas de acción estratégicas de la Política y así alcanzar sus objetivos y metas”¹⁷

8.2. Estrato 3 en Colombia

Colombia se encuentra seccionada por estratos socioeconómicos que van desde el estrato 1 al estrato 6, donde el estrato 1 es bajo-bajo, el estrato 2 es bajo, el estrato

¹⁷ Colombia, Sistema de Información Ambiental de. Gestion del Agua.

3 es bajo-medio, el estrato 4 es medio, el estrato 5 es medio-alto y el estrato 6 es alto.

“La estratificación socioeconómica es una clasificación en estratos de los inmuebles residenciales que deben recibir servicios públicos. Se realiza principalmente para cobrar de manera diferencial por estratos los servicios públicos domiciliarios permitiendo asignar subsidios y cobrar contribuciones en esta área.

De esta manera, quienes tienen más capacidad económica pagan más por los servicios públicos y contribuyen para que los estratos bajos puedan pagar sus facturas”¹⁸

Por otro lado, la estratificación socioeconómica es un concepto el cual contiene criterios políticos, sociales y culturales. En Colombia esto se ve demarcado por la geografía de las diferentes ciudades, pues, según las facilidades de acceso, las vías y las edificaciones, se logran distinguir los diferentes estratos socioeconómicos, por tal motivo, se logra evidenciar los intereses económicos y políticos que tiene ciertas áreas, donde se puede llegar a obtener mejores beneficios y mayor obtención de compensaciones respecto a la tarifa del cobro de los servicios públicos, para casos en los cuales los estratos son inferiores al estrato común, debido al deterioro de las vías y al bajo desarrollo estructural.

“En la medida en que identifica geográficamente sectores con distintas características socioeconómicas permite también: orientar la planeación de la inversión pública; realizar programas sociales como expansión y mejoramiento de infraestructura de servicios públicos y vías, salud y saneamiento, y servicios educativos y recreativos en las zonas que más lo requieran; cobrar tarifas de impuesto predial diferentes por estrato y orientar el ordenamiento territorial”¹⁸

Por otro lado, existen estudios en los cuales se busca reflejar la diferencia entre las ganancias adquiridas por una persona en los diferentes estratos, esto sirve para poder categorizar los estratos socioeconómicos del país, puesto que, es importante conocer el salario que poseen diferentes personas en los diferentes estratos y así mismo llegar a un monto favorable y consecuente en la factura de los servicios públicos.

“Con la intención de indagar cómo se mueven la economía y el consumo bogotanos, Invest in Bogotá y la Secretaría de Desarrollo Económico realizaron un estudio para detallar las clases sociales, sobre todo los estratos medios.

El estudio se basó en una metodología del Banco Mundial, que clasifica según ingresos per cápita diarios. Para esta organización, mientras la clase social media tiene un ingreso diario per cápita equivalente al rango entre \$12.963 y \$64.813, la clase vulnerable tiene un ingreso entre \$5.185 y \$12.963. La población considerada

¹⁸ **DANE.** Estratificación socioeconómica para servicios públicos domiciliarios.

en estado de pobreza tiene ingresos diarios per cápita inferiores a \$5.185 y los de la clase alta superan los \$64.813.”¹⁹

“En ese sentido, en Bogotá hay 3’719.941 personas que pertenecen a la clase media. El 62,9 % reside en estratos 3 y 4, y el 34,8 %, en estratos 1 y 2. En promedio, un hogar de este segmento está conformado por 3,03 personas.”¹⁹

8.3. Normas

Las normas de construcción sostenible que se enmarcan dentro de este proyecto son el BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology) la cual es una metodología de la ingeniería británica, esta busca aplicar estrategias para la mitigación de gastos energéticos tales como el agua, gas, luz, transporte, residuos, entre otros. A nivel mundial, existe gran cantidad de edificios que han aplicado esta metodología obteniendo resultados exitosos, ya que se han encontrado beneficios económicos, ambientales, culturales y sociales; es importante aclarar que estos beneficios están condicionados a la ubicación en la cual se encuentre la estructura.

Al igual que la norma BREEAM, LEED (LEADERSHIP IN ENERGY & ENVIRONMENTAL DESIGN) es una normativa de construcción sostenible la cual “fue creada por el Consejo Americano de Construcción Sostenible (USGBC) para reconocer el liderazgo ambiental en la industria de la construcción”²⁰

En Colombia la certificación LEED prácticamente es un sistema nuevo en materia de construcción sostenible, aun así, ha sido una herramienta que fácilmente se adapta a las necesidades del país y su acogida viene en ascenso. “Ciudades como Bogotá y Medellín en estos momentos son las pioneras a nivel nacional en la implementación del sistema y al 2013 el país ya contaba con 109 proyectos registrados para LEED según (La República, 2013) 21 ya aceptados y 9 con certificación Oro”. (1)¹

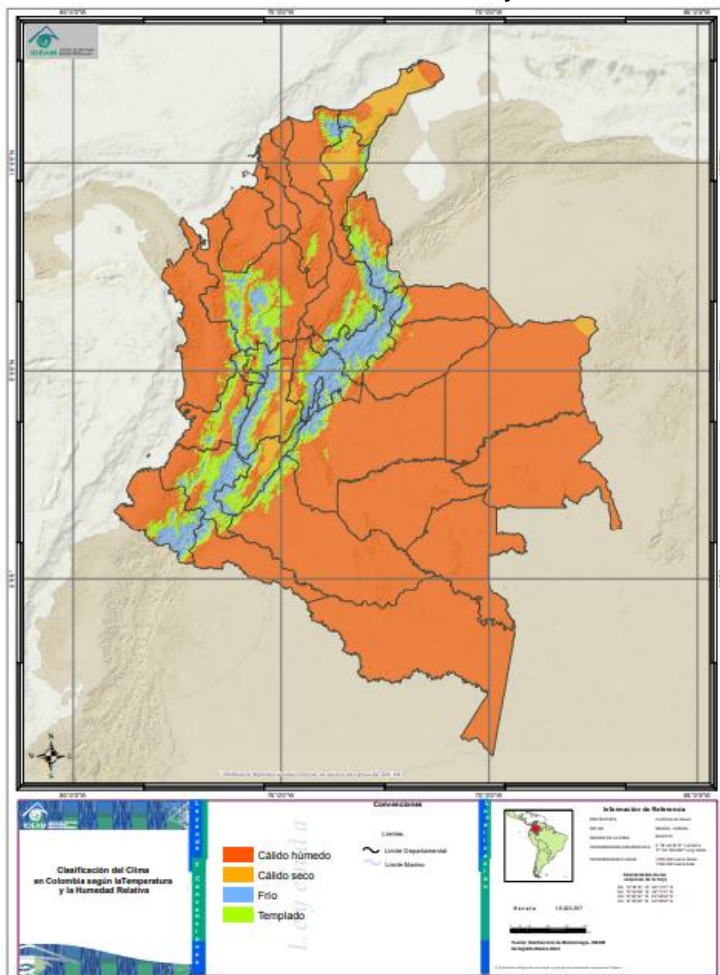
Por otra parte, en Colombia se tiene la Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones, la cual se implementó en el año 2010 y

¹⁹ **ESPECTADOR, EL.** La mitad de los habitantes de Bogotá son de clase media.

²⁰ **Sostenible, Consejo Colombiano de Construcción.** LEED se consolida en Colombia con 335 proyectos. 20 de Noviembre de 2016.

tiene un enfoque similar al anteriormente descrito, pues, se rigió en lograr edificaciones eficientes en el consumo de agua, de energía y en general de promover la construcción sostenible para ser aplicada en todo el país, lo interesante de esta guía de construcción sostenible, es que ha estudiado los diferentes comportamientos que tendrá el agua y la energía en diferentes zonas del país mediante la clasificación de las diferentes condiciones climáticas presentadas en el mismo, por tal motivo esta guía tiene como objetivo principal “ofrecer una herramienta a diseñadores y constructores en la selección de medidas para reducir el consumo de agua y energía, incidiendo en el diseño de la edificación, según el tipo de edificación y las condiciones climáticas del municipio donde se construirá el proyecto.”¹⁶

Figura 1 Mapa de Clasificación del Clima en Colombia según la Temperatura y la Humedad Relativa y listado de municipios.



Nota. Fuente: IDEAM

9. MARCO HISTÓRICO

Desde el descubrimiento del fuego hace aproximadamente 780.00 años, la humanidad ha tenido como instinto primordial la curiosidad, esto ha generado un conocimiento de crecimiento exponencial generación tras generación, y no fue la fuerza, ni la rapidez, las que definieron nuestra posición en la cadena alimenticia, fue tal impulso que derivó el conocimiento lo que nos definió como la especie dominante.

Las generaciones transcurrieron y con ello la dependencia de los recursos, hacía del nomadismo, una obligación por la supervivencia, el agua definía el punto de partida o llegada del hombre arcaico, siendo el recurso principal, pues con este vienen animales de consumo, la posibilidad de cosechar, sembrar y casi toda consecución de alimentos es por ello, que solo aquellos que encontraban grandes fuentes hídricas pudieron instituir pequeñas aldeas, que con el tiempo fueron creciendo y significaron las primeras ciudades de la humanidad, como es el caso de Ur de Mesopotamia, Tenochtitlán de los aztecas, entre otras civilizaciones.

Pero ante el crecimiento de las concentraciones poblacionales, el agua como recurso se volvía valioso y escaso, no solo por alguna sequía que pudiese ocurrir gracias a cualquier fenómeno climático del que fuera el caso para ese momento, sino que, también, la contaminación de estas fuentes hídricas, ante la inexistencia de agentes desinfectantes para la época y aún menos, métodos para el tratamiento de dichas aguas, los desechos orgánicos que el hombre mismo genera desde las propias heces, por lo general vuelven al agua que se está consumiendo o de la que se está proveyendo la población, supone un problema de difícil solución sorteable con medidas que no son objeto de la investigación presente, como es el caso del aumento del pie de trabajadores esclavos en el acarreo de agua. “El primer acueducto se denominó “Jerwan”, construido en el año 700 a.C., en Nínive, capital de Asiria.

En esa misma época, Ezequías, rey de Judá (715 a 586 a.C.), planificó y construyó un sistema de abastecimiento de agua de 30 km de longitud para la ciudad de Jerusalén”²¹. Solo fue hasta el año 312 a.C. que los romanos idearon y construyeron el primer acueducto, que significó un gran paso para la humanidad, aunque este tipo de sistemas no tiene comparación, hasta el mundo contemporáneo, si significó y demostró el estado de la humanidad y el dominio de esta sobre la naturaleza y el control de su entorno.²²

²¹ **La Nación**. Los acueductos en la historia. *La Nación*. 2014.

²² **National Geographic**. National Geographic. 2017.

En los siglos posteriores, ya contando el mundo con asentamientos humanos permanentes, en las antiguas ciudades, el agua fue un recurso muy importante, no solo en uso como medio de transporte, o como forma de salvaguardar ciudades, sino como forma de socializar, la revista Agua y Territorio, de la Universidad de Jaén - España, asegura que

las reuniones alrededor del agua se llevaban a cabo no solo por fines terapéuticos, sino muchas veces lúdicos,²³ sin embargo, este tipo de interacciones sumado a la falta de higiene de la época, generó que poco a poco perdieran relevancia, debido a las diferentes epidemias que dieron lugar durante este periodo, la falta de organización respecto al manejo de aguas residuales provenientes de las diferentes actividades humanas.

Es así, como en un intento por manejar estas situaciones de salud pública, se buscaba erradicar la fuente de malos olores, puesto que:

“Se consideraba que las alcantarillas inadecuadas, o incluso la falta de ellas, y los pozos negros eran una de las fuentes principales de tremendos hedores y continuo peligro para la salud pública. A los excrementos y basuras, resultado del diario vivir y convivir humano, se sumaban los excrementos de animales (caballos, asnos y mulas utilizados como medio de transporte) que se albergaban en establos anexos a las casas dentro de las aldeas”²³

Dando paso así, a la conciencia casi general para la creación de espacios que no propiciaran enfermedades, buscando con esto el mejoramiento de los métodos en el uso del líquido vital

Sin embargo, en la misma edad media, con la venida del oscurantismo, periodo en el cual casi cualquier adelanto tecnológico era satanizado, la humanidad se tomó un respiro, la investigación toma un nuevo curso hasta la venida del renacimiento, pero ninguna obra de infraestructura y en generar de sobre cualquier tema de innovación hasta el boom de la revolución industrial, es de aclarar que el molino de viento no es mencionado dentro de este apartado, pues su uso fue casi exclusivamente para molienda y no para extracción de agua de pozo, casi exclusivamente su uso es español para este fin, tal y como lo explica el diccionario de Artes y manufacturas, de agricultura, de minas,²⁴.

²³ **Quevedo V. Emilio.** *Cuando la higiene se volvió pública.* 2004

²⁴ **De P. Mellado, D. Francisco.** *Artes y Manufacturas, De Agrucultura, de minas, etc.* Madrid : Librería Española, 1957. Vol. 4.

²¹ **La Nación.** Los acueductos en la historia. *La Nación.* 2014.

“Para el 1800, se llevaron a cabo diferentes adelantos en Europa, comenzando en Escocia en 1804, John Gill, crea el primer suministro de agua potable filtrada; dos años después, en París, con un sedimentador y un filtro de arena y carbón, con 12 y 6 horas de tiempo de retención, respectivamente, se empieza a operar la mayor planta potabilizadora de la época.

Más adelante, para 1827, el inglés James Simphon construyó un filtro “lento” de arena muy efectivo para potabilizar el agua. Sin embargo, no fue hasta 1854 que John Snow, crea el mayor desarrollo en plantas potabilizadoras, con el descubrimiento de la causa del brote de cólera, el agua contaminada del Golden Square (Londres).

En el siglo XX, después del descubrimiento de Pasteur y Koch, tanto en Europa, América como en otros continentes, se realizaron importantes obras de ingeniería para potabilizar y trasladar el agua a grandes ciudades. Actualmente, existen mega plantas potabilizadoras como la de Cutzamala, en México, que abastece más de 10 millones de habitantes.”²⁵

El agua como componente central de la supervivencia humana, debe ser resguardado y preservado, es por ello que la optimización de uso en la vida cotidiana más allá del uso industrial que posee su propia legislación, es sustancial, la revolución industrial potencializo nuestra huella negativa sobre el globo terráqueo, dejando de forma marcada rastros de nuestro daño, el primer país en tomar esto en consideración e intentar mitigar el daño es el Reino Unido.

Por su parte, Colombia para el siglo XX, no estaba muy acostumbrada al manejo de aguas, en el país se estaba más acostumbrado a la basura y al desaseo que a la higiene y la limpieza, es ahí cuando el Gobierno busca impulsar planes departamentales de manejo del agua, reconociendo la importancia del recurso.

Comenzando en 1905 con el uso público de la tubería metálica, así como la apertura de los alcantarillados de Medellín y Cartagena, mientras en Bogotá se asegura que la falta de fuentes de agua, impiden la ampliación del acueducto, esto en el año 1910.

Para 1915 con la entrega del primer tanque de acueducto con una capacidad de 2400 m³, se realizan los primeros laboratorios de bacteriológicos de aguas usadas en el consumo doméstico.

²⁵ **TURK , JONATHAN, TURK, AMOS y T. WITTES, JANET.** *ECOLOGY, POLLUTION, ENVIROMENT.* NUEVA YORK : SOUNDERS COMPANY, 1972.

Desde allí, Colombia empieza a mejorar sus instalaciones en redes de conducción y distribución de acueducto, así mismo para 1916 instauran el uso de cloro para la purificación del agua de la capital.²⁶

As well, “In 1917, the then Department of Scientific and Industrial Research (DSIR) proposed the creation of an organisation to investigate various building materials and methods of construction suitable to use in new housing following the First World War.

In June 1920, the Building Research Board met for the first time, and in 1921 a central, Government-funded laboratory – the Building Research Station (BRS) – was formed to carry out research work for the Board. Some of the earliest work of BRS studied the behaviour of reinforced concrete in floors, and the development of the British Standard for bricks – the UK's first standard for construction materials. Originally ”²⁷. -Para el año de 1917 en Inglaterra El Departamento de Investigación Científica e Industrial propuso la creación de un organismo para investigar materiales en la construcción y métodos adecuados de construcción para el uso en viviendas nuevas después de la Primera Guerra Mundial.

En junio de 1920, se conoce por primera vez el concejo de investigación en la construcción, y en 1921, el laboratorio fundado por el gobierno llamado, ‘Estación de investigación en la construcción’ fue formado para llevar acabo trabajo de investigación del concejo. Algo del primer trabajo fue el estudio del comportamiento del concreto confinado en pisos, y el desarrollo del British Standard para ladrillos, en el Reino unido la primera norma para materiales de construcción. -; Las investigaciones continuaron, el instituto siguió creciendo, con apoyo estatal, para 1991, BRE al ver las necesidades y la demanda internacional, crea una división internacional llamada BREEAM, dedicada a supervisar y a otorgar certificaciones de construcción sostenible bajo la guía que ellos mismo crean,⁵

Por otro lado, para el año de 1993 en Estados Unidos en medio de una convención de arquitectos se sientan las bases de la normativa, pero no fue hasta el año 2000 que LEED es oficializado por parte del USGCB (U.S. Green Building Council).

²⁶ **Redacción El Tiempo.** *Redes de agua y alcantarillado en Colombia durante el siglo XX.* 2010.

²⁷ **BRE Group.** *Our History.* [En línea] 2018.

⁵ **BREEAM® España.** *2018 Construcción Sostenible BREEAM® ES.* BREEAM® España, 2018.

Donde comienza a otorgar acreditaciones a las edificaciones que cumplen sus estándares y solicitan la misma.⁶

Ya en el siglo XXI, el mundo se enfoca en el desarrollo de alternativas que permitan compromisos, no solo con las personas, sino con el globo, y es desde las grandes esferas de poder donde se llevan a cabo, son los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) en el año 2000 las metas planteadas por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), son ocho los objetivos fijados, con diferentes finalidades, entre ellos, el relacionado directamente con el tema de esta investigación, el objetivo 7, que pretende garantizar la sostenibilidad del medio ambiente, desde allí parten las diferentes actividades generadas por cada uno de los 191 países que firmaron en la Cumbre del Milenio.

Colombia como parte de este documento se fijó la meta de, Incorporar a la infraestructura de acueducto a por los menos 5.9 millones de nuevos habitantes urbanos y 1.4 millones de habitantes rurales a una solución de abastecimiento de agua, así como, Incorporar 7.7 millones de habitantes a una solución de alcantarillado urbano y 1 millón de habitantes a una solución de saneamiento básico, incluyendo soluciones alternativas para las zonas rurales; sin embargo, al haber finalizado ya estos, Colombia, no cumple en su cabalidad con dichas metas, demostrando las grandes brechas territoriales, por su parte “la proporción de la población con acceso a alcantarillado es superior al 90% en zonas urbanas, pero en zonas rurales el dato de acceso a alcantarillado y soluciones alternativas se reduce a cerca de 70%”²⁸

A nivel mundial, cada vez más se generan avances que buscan el mejoramiento continuo de los sistemas de acueducto y alcantarillado, así como desarrollos que permitan la conservación y el buen uso de las fuentes hídricas.

²⁸ **Jean-François, Vergès.** Servicios de agua potable y alcantarillado:. [En línea] 2008.

10. MARCO LEGAL

En Europa existen normas para la regulación de la calidad de agua, el tratamiento de estas y la protección de recursos hídricos. Según datos del año 2008, países como Alemania, Francia e Inglaterra, adoptaron la directiva 98/83/CE del 3 de noviembre de 1998, que habla sobre la calidad de agua destinada a consumo humano, la cual se categorizó como menos exigente a la anteriormente establecida, para esto la 80/778/CEE del 15 de julio de 1980, puesto que la nueva directiva no contempla fuertes consecuencias financieras para las entidades que incumplan lo que en ella se ha establecido y en esta se definen los parámetros y métodos de comprobación pero algunos parámetros no tienen mínimos de cumplimiento.

El Reino Unido ha implementado normas rigurosas para el tratamiento de aguas residuales una de estas es la directiva 91/271/CEE del 21 de mayo de 1991, en esta se encuentra como se debe realizar la recolección, tratamiento y vertido de estas aguas. Esta directiva se ha considerado de gran impacto para los prestadores de servicios como para los consumidores pues establece cambios técnicos, financieros, tarifarios y ambientales.

Finalmente, desde el año 1975 se han implementado directivas relacionadas con el cuidado del recurso hídrico como lo son la directiva 76/160/CEE del 8 de diciembre de 1975, que habla sobre la calidad de las aguas de baño y la directiva 76/464/CEE del 4 de mayo de 1976, que habla sobre la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático.²⁸

Por otro lado, la normativa en Colombia establece diferentes normas y decretos, como por ejemplo, el decreto 1075 de 2015 "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible."²⁹

Con lo anterior, es importante ya que pues en este logramos evidenciar y conocer los deberes y compromisos que tiene el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en la gestión de herramientas que permitan regular la conservación, recuperación, protección manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables de la Nación y con esto generar un desarrollo sostenible, así mismo sobre las entidades que realizan levantamiento y manejo de la información científica y técnica que forman parte del patrimonio ambiental del país.

Para Colombia también existe el decreto 2667 de 2012, "Por el cual se reglamenta la tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los

²⁹ **SOSTENIBLE, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO.** MINAMBIENTE. 26 de Mayo de 2015.

vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones”²⁹ , con lo anterior, es importante puesto que nos aclara que el Estado tiene como compromiso conservar las áreas de importancia ecológica, proteger la diversidad e integridad del medio ambiente, fomentar una educación ambiental y así se puede planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar el aprovechamiento de los recursos.

Existen resoluciones para Colombia como por ejemplo la resolución 0559 de 2015, la cual da vigencia, y parametriza los consumos máximos y las medidas mínimas para que nuevas edificaciones puedan aplicar la guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía.

Por otro lado, existe la resolución 0631 de 2015 “Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones”²⁹ esta a su vez es importante, ya que, en esta se establecen los máximos permitidos en los vertimientos de aguas residuales domésticas de los prestadores del servicio público de alcantarillado a cuerpos de aguas superficiales.

Además de lo anterior, también **existe la resolución 0330 de 2017**; esta deroga todas las siguientes resoluciones: 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009.

Las resoluciones anteriormente mencionadas dictan los requisitos técnicos en todas las etapas de realización de obras hidráulicas, para el consumo y disposición del agua. Esto rige a todas las entidades públicas y privadas que actúen dentro del territorio nacional.

Además de lo anterior, para el caso colombiano existen artículos, leyes y decretos, como por ejemplo la ley 79 de 1986, la cual reglamenta la conservación de agua, sancionando y volviendo un hecho punible todo acto en contra de ella, tal es el de caso de tala de árboles, declarando zonas de reserva forestal todos los bosques que según el marco legal define.³⁰

El artículo 80 de la constitución política de Colombia el cual obliga al estado a planificar la mano y aprovechamiento de usos naturales, para garantizar el desarrollo sostenible. La otra tarea de este es prevenir y controlar todo deterioro ambiental.

El decreto 1285 de 2015 estipula los incentivos y el seguimiento para todo proyecto de construcción sostenible a nivel nacional, estos incentivos deben ser otorgados

³⁰ Gobierno de la Republica de Colombia.

por las entidades las alcaldías. Y están bajo la base técnica del anexo 1 de la resolución 0559 de 2015.

Por último, ésta la ley 373 de 1997 la cual “establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua”³¹, modificada por la Ley 812 de 2003, donde se establecen todas las medidas y parámetros que se deben incorporar a nivel regional y departamental en los planes de manejo ambiental. Es de suma importancia ya se en este se establece que “cada entidad encargada de prestar los servicios de acueducto, alcantarillado, de riego y drenaje, de producción hidroeléctrica, y los demás usuarios del recurso hídrico presentarán para aprobación de las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales, el Programa de Uso Eficiente y Ahorro de Agua”.³¹

³¹ **MINAMBIENTE.** LEY 373 DE 1997 . 6 de Junio de 1997.

11. ESTADO DEL ARTE

Para el año de 1917 el gobierno británico, después de la Segunda Guerra Mundial, funda el BRE, con el fin de investigar tecnologías e innovación dentro de las buenas prácticas en la construcción¹⁶. Pero los estudios en cuanto sostenibilidad ambiente, eco amigable y ese tipo de terminología sostenible, concibiendo los recursos natales finitos y preservarles llega hasta el casi finales del siglo XX cuando los cambios climáticos, y a las afectaciones al medio ambiente son evidentes y hasta alarmantes, esto en cuanto a construcción sostenible. Pero la preservación del estado del agua aun en nuestro país comienza a ser un tema de interés a mediados desde los años 70', donde el cambio de la calidad del agua comienza a ser notable, por la presencia de detergentes influenciado el desarrollo del ecosistema subsecuente entorno al rio Rionegro en Medellín, evaluando ítems como el nivel de penetración de la luz, la calidad sectorial del agua, etc.³²

Pero en general los estudios elaborados centrados en la protección del medio ambiente son escasos, aunque los hubo, estudios sobre la purificación del aire por medio de filtros, con ciertos compuestos, desarrollado por científicos tan desarrollados como Amos Turk, quien participo y publicó diversos informes sobre el medio, ambiente, su estado de contaminación en la época y proponía posibles soluciones para mitigar los efectos negativos evidenciados en el ambiente, especificando cada uno de los medios, tales como el agua, donde se evidencia la huella negativa del hombre.⁸

No fue sino hasta el año 1990 que BREEAM con el apoyo del gobierno británico, como norma internacional, con los consabidos resultados mencionados en los antecedentes se consagra en el mundo como una guía de alta exigencia para la construcción y buenas practicas tan y como fue fundado en un inicio el BRE.

En el caso de LEED desde sus inicios en el año 1998, la aplicación de la norma LEED en el mundo ha tenido gran cabida en el mercado de la construcción verde, ya que es un sistema muy completo a la hora de medir el ahorro energético. Esta norma la han desarrollado en 140 países alrededor del mundo. "El USGBC dio a

³² *Revista cubana para la salud pública*. Domínguez, Yanetsys Sarduy

¹⁶ **BRE Group**. Our History. 2018

⁸ *EFICIENCIA EN EL CONSUMO DE AGUA*. Giraldo, Manco Silva Deibys, Jhoniers, Erazo Guerrero y Ana, Cruz Ocampo Maria. Medellin : s.n., 2012.

conocer por medio de un artículo publicado en mayo de 2014 el top de los 10 países con mayor número de certificaciones en el sistema con el fin de dar una visión global que estableciera el impacto de este. Dentro de los países que se encuentran liderando la lista (fuera de Estados Unidos, donde se originó LEED) están Canadá con 17.74 millones de m2 brutos, China con 14.30 millones de m2 brutos e India con 11.64 millones de m2 brutos. Brasil se encuentra en séptima posición en parte debido a toda la infraestructura que dicho país construyo, y a la vez busco certificar, para que se llevara a cabo el Mundial de Fútbol de 2014”¹. Según con el porcentaje del año 2013, el incremento al 2014 fue de un 41%. Por otro lado, LEED en Colombia para el año 2013 ya tenía gran acogida en el país, tanto así que ya contaba con 109 proyectos registrados.

El consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS) y el (USGBC) produjo una alianza, gracias a esta “a noviembre de 2016 Colombia cuenta con 6,1 millones de metros cuadrados de proyectos sostenibles que han movilizado \$23 billones de pesos en inversiones. Esta área se compone de 86 proyectos inmobiliarios ya certificados en construcción sostenible con la herramienta LEED (8 en el nivel platino, 41 Oro, 24 Plata y 13 Certificado), que suman 1,3 millones de metros cuadrados y, otros 249 en proceso de certificarse, que representan 4,8 millones de metros cuadrados que suman 1,3 millones de metros cuadrados y, otros 249 en proceso de certificarse, que representan 4,8 millones de metros cuadrados.”²⁰ Por último “al 31 de agosto de 2017 hay 105 certificados y 235 en proceso”.²²

Así también, Colombia busca implementar medidas que le permitan exigir condiciones ambientales óptimas para las nuevas construcciones, de manera que resulten amigables con el medio ambiente, generando conciencia y apropiación de los recursos por parte de los desarrolladores de los diferentes proyectos y de nacionales, de acuerdo con la constitución política, que insta que el estado debe planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales en el artículo 80, así por medio del decreto 1285 de 2015, genera diferentes formas de control, seguimiento e incentivos que aseguran el desarrollo de este.

En la actualidad no es un tema de vanguardia, la creación de soluciones a los problemas hídricos que aquejan no solo a Colombia, sino al mundo, es un tema de responsabilidad con las generaciones venideras, el mantener, cuidar y conservar de forma adecuada, no solo con metodologías que disminuyan la contaminación, también con modelos que permitan la disminución en los consumos del líquido preciado.

12.METODOLOGÍA

Aforo volumétrico

Esta investigación es de corte cuantitativo, por cuanto “La investigación cuantitativa se dedica a recoger, procesar y analizar datos cuantitativos o numéricos sobre variables previamente determinadas.”³²

Dentro de este tipo de investigación cuantitativa existen tres tipos:

“Los diseños experimentales, donde se aplican experimentos puros, entendiendo por tales los que reúnen tres requisitos fundamentales: la manipulación de una o más variables independientes; medir el efecto de la variable independiente sobre la variable dependiente y la validación interna de la situación experimental.

La encuesta social, que es la investigación cuantitativa de mayor uso en el ámbito de las ciencias sociales y consiste en aplicar una serie de técnicas específicas con el objeto de recoger, procesar y analizar características que se dan en personas de un grupo determinado.

Los estudios cuantitativos con datos secundarios, los cuales, a diferencia de los dos anteriores, abordan análisis con utilización de datos ya existentes”³².

Además, este tipo de la investigación asocia y relaciona las variables que han sido medidas, con el fin de interpretar los datos.

Para este estudio específico, se aplicarán los estudios con datos secundarios, ya que se tiene como referencia parámetros de diseño de las normas internacionales y la guía colombiana, que existen para la optimización del recurso hídrico.

Este tipo de datos secundarios pueden ser tomados en la consecución de un Aforo Volumétrico, como herramienta de medición, el cual hace referencia a la medición de sustancias en un tiempo determinado de un caudal en específico.

La medición del caudal se puede obtener gracias a mediciones de diferentes formas, estas formas dependen del estudio y de la elección del caso, es importante inferir que estas mediciones también dependen del lugar en el cual se quiera hacer la medición, puesto que no todos los lugares tienen las mismas condiciones climáticas, por tal motivo se debe de adoptar una buena metodología o como anteriormente mencionado una buena forma de medición.

12.1. Revisión detallada de las normas internacionales y la guía colombiana.

Parte del proceso de investigación, permite realizar métodos y técnicas necesarias para llevar a cabo un buen resumen detallado de cada una de las normas internacionales y de la guía colombiana. Estos métodos y técnicas elegidas por el investigador facilitan el aprendizaje de conocimientos seguros y confiables que, potencialmente, facilitaran el proceso de clasificación de los accesorios, grifería y electrodomésticos que consumen gran cantidad de agua.

12.2. Definir parámetros relevantes para la reducción del consumo de agua en edificaciones de las normas y la guía colombiana.

Teniendo en cuenta la línea base de las normas y la guía, se definieron los principales parámetros mínimos requeridos para que una edificación se certifique como BREEAM, LEED o siga las recomendaciones de la guía colombiana. Estos parámetros hacen referencia a la cantidad de agua necesaria y las presiones que debe de tener cada accesorio como sanitarios, lavadoras, cabezales de duchas y griferías presentes en cocinas, lavamanos, zonas de lavandería y jardines.

12.3. Elegir una vivienda de estudio de estrato 3.

Parte del proceso para hacer una buena guía con objeto de la optimización del recurso hídrico es implementar antecedentes normas y guías a una vivienda según el caso de estudio. Para este caso se realizó un estudio detallado de la arquitectura y de los componentes que requieren del consumo hídrico, por tal motivo se obtuvieron los siguientes detalles.

La vivienda de estudio es una vivienda de estrato socioeconómico 3, localizada en la ciudad de Bogotá, en el barrio Castilla tal y como se definió en el anteproyecto, como eje central de nuestro estudio. La casa consta de tres niveles, en el primer nivel se encuentra el jardín, sala-comedor, cocina y baño de visitantes. En el segundo nivel tiene 3 habitaciones y un baño, por último, el tercer nivel consta de zona de lavandería, sala social con baño, habitación principal con baño y balcón.

En el anexo número 1 se encuentra el plano detallado con lo anteriormente descrito.

12.4. Identificación de los principales accesorios y electrodomésticos que requieren consumo hídrico según las exigencias mínimas de una vivienda de estrato 3.

Teniendo en cuenta los objetivos y teniendo clara la idea del propósito de la guía a desarrollar, fue necesario que para las normas BREEAM y LEED se identificarán los principales accesorios y electrodomésticos que sólo aplican para la vivienda en estudio y para la mayoría en Colombia, ya que estas dos normas son internacionales y tienen electrodomésticos ajenos a la realidad nacional, o que su uso no está extendido o simplemente no tiene cabida dentro de una ciudad con un clima medianamente constante.

12.5. Identificación de accesorios, electrodomésticos y clasificación de las zonas que requieren consumo de agua en la vivienda de estudio.

Luego del proceso anterior se procedió a clasificar todos los accesorios, griferías y electrodomésticos existentes en la vivienda de estrato 3 en Bogotá, la cual es objeto de estudio, con el fin de obtener los consumos máximos que pueden tener cada uno de los componentes anteriormente descritos, posteriormente se realizó una clasificación de cada uno de estos componentes por zonas y por niveles de acuerdo a la distribución de la vivienda, es decir, que los aparatos eléctricos, griferías y accesorios que correspondan a la cocina se denominó, zona cocina y así sucesivamente con el resto de componentes teniendo como resultado 4 zonas de estudio, las cuales son:

Zona 1 cocina.

Zona 2 baños.

Zona 3 lavandería.

Zona 4 jardín.

La clasificación de zonas se realizó para obtener un aforo de consumos más detallado y preciso, para que a la hora de comparar cada una de las normas y la guía con la casa en estudio, se vea con más detalle el gasto que genera cada componente, este proceso dio pie para que al realizar la guía se tuviera en cuenta los consumos mínimos y más representativos para el objeto de estudio.

12.6. Realizar un aforo volumétrico a los consumos de agua exigidos por la vivienda de estudio.

Para la identificación de las exigencias comprendidas de cada una de las normas y la guía colombiana, fue necesario investigar y posteriormente tabular los consumos reales de la vivienda de estudio en la actualidad, esto para comparar los consumos máximos exigidos de cada una de las normas y de la guía, con el propósito de verificar las zonas que presentan un mayor déficit de consumo de agua en la vivienda de estudio. Es por esto que, antes que nada, se registró los caudales de cada uno de los aparatos y puntos hidráulicos de cada zona por medio de aforos volumétricos, el cual consiste en registrar el volumen dispensado por el punto, en un tiempo determinado de un minuto, a excepción de los sanitarios y la lavadora, ya que para estos componentes no rige el mismo parámetro de medición, pues los sanitarios están en función de litros por descarga y la lavadora en función de litros por ciclo completado de funcionamiento.

12.7. Comparación de los consumos de la vivienda en estudio vs los consumos mínimos requeridos por las normas y la guía.

Con los insumos previamente obtenidos en el proceso anterior, se procedió a realizar la tabulación de los mismos, con el fin de comparar cada una de las normas, la guía y la vivienda de estudio, para así poder determinar la optimización del agua en las distintas zonas. Además, gracias a este proceso se determinó los puntos críticos donde actualmente la vivienda en estudio presenta un mayor déficit de gasto de agua.

12.8. A partir de la comparación realizada, identificar la mejor metodología optimizando el ahorro de agua.

A partir de la comparación realizada con los parámetros de las normas, la guía y la vivienda en estudio, se dio una calificación a los componentes de la misma, esta calificación hace referencia a la de verificación de analizar cuál es la mejor entre estas tres, además también dio pie para realizar la guía en Colombia con los parámetros y propósitos anteriormente mencionados aterrizados a el país.

12.9. Realizar una tabulación de los consumos históricos de la vivienda vs el aforo volumétrico realizado anteriormente.

Después de tener una buena evaluación, el consumo histórico de la vivienda ocupa un lugar fundamental, por lo que funciona como un diagnóstico que permite detectar los aciertos, las oportunidades de mejoramiento y la comparación frente a los aforamientos que se realizaron vs los consumos que realiza el acueducto. El consumo histórico se realizó con el fin de orientar el diseño de la guía ya que no solo se buscó reunir los estándares más altos de las tres normas y guía consultadas, sino también, se buscó detallar cada componente hídrico de la vivienda con el fin de aterrizar el contexto a diferentes temperaturas, ya que todas las condiciones de temperatura son totalmente diferentes en todas las ciudades de Colombia.

12.10. Analizar los costos de implementación de la metodología.

Una buena estrategia para facilitar la comprensión de la guía y para optimizar el recurso hídrico en las viviendas, incluye estudiar el mercado comprendidos en tres aspectos de calidad.

El primer aspecto se basa en investigar los posibles oferentes que brindan un catálogo de los componentes y servicios hídricos de las viviendas, para ello se encontró a empresas como Mabe, Corona, e importadores de accesorios para Colombia.

El segundo aspecto tiene como propósito obtener un filtro de las empresas anteriormente mencionadas, esto para garantizar las normas de calidad y los requisitos que debe de tener cada componente y servicio exigido por las normas internacionales y la guía colombiana.

Por último, el tercer aspecto da paso para realizar una cotización de los posibles aparatos y accesorios que se podrían emplear, para que posteriormente se vea relegado, no solo la optimización del recurso hídrico, sino que también por precios se vea reflejado el costo beneficio de emprender la guía teniendo como satisfacción y resultado no solo una optimización del recurso hídrico si no también una buena y considerable optimización del recurso económico.

12.11. Realizar una guía metodológica.

El proceso anteriormente realizado, fue para hacer que la guía sea detallada, ordenada y sobre todo clara, teniendo como objetivo que cualquier persona que

requiera utilizarla en una vivienda, no tenga que tener una educación de alto nivel, es decir, esta guía fue desarrollada con el fin de que su comprensión sea fácil y segura a la hora de implementarla. Además de esto, la guía se realizó con el propósito de obtener un ahorro de agua significativo en una vivienda enfocada principalmente al estrato 3 en Bogotá, pero también enfocada a las demás viviendas en Colombia. De tal manera que para realizar la guía se tuvieron en cuenta todos los factores o procesos anteriormente descritos.

12.12. Verificación del potencial de ahorro de agua en la vivienda de estudio.

Aplicando la guía metodológica, se procede a verificar el potencial de ahorro de agua que puede obtener la vivienda en estudio comparando los consumos anteriores vs los nuevos consumos generados.

12.13. Comparación de la guía metodológica propuesta vs las normas internacionales y la guía colombiana.

Una vez realizada la guía, se aplicó el proceso para la vivienda en estudio en Bogotá, la cual no posee ninguna norma o guía de construcción sostenible, de esta manera se determinó el ahorro de agua que presentaría la vivienda en estudio en un periodo bimestral, para ello fue necesario realizar una tabla la cual expresa los nuevos consumos de los aparatos y accesorios consultados y propuestos en la guía que podría tener la vivienda.

Finalmente, se realizó la comparación de la nueva guía vs las normas BREEAM, LEED y la guía colombiana con el propósito de verificar que, para el consumo y la demanda de agua en Colombia, las necesidades y los requisitos mínimos exigidos por la nueva guía, son los más acordes y necesarios para una vivienda de estrato 3 en Colombia.

12.14. Ahorro teórico porcentual de cada una de las normas y la guía respecto a la línea base.

Por último, se tomaron los consumos teóricos de cada una de las normas teniendo en cuenta los parámetros que exigen cada una de las ellas, posteriormente se tuvo

en cuenta la metodología que cada uno de estos exigía, dando paso a graficar los consumos aforados vs los investigados.

Finalmente, se procesaron los datos teniendo como referencia el cálculo de una diferencia porcentualmente de los posibles consumos respecto al consumo aforado en la vivienda de estudio.

13.RESULTADOS

Referentes a realizar una revisión detallada en el componente hídrico de las normas internacionales y la guía colombiana e Identificar los parámetros principales que presenta cada metodología.

Como referencia de lo anterior y para dar mejor claridad a los procesos, criterios y prerequisites que requiere las dos normas internacionales, se utilizará esquemas de flujogramas.

los flujogramas son categorizados por tener una representación gráfica de procesos, estos procesos se clasifican según la figura del flujograma, por ejemplo, para dar inicio a un proceso, se utiliza la figura de un óvalo, para referenciar procesos descriptivos se utiliza la figura de un rectángulo, para determinar decisiones en algún proceso determinado, se utiliza la figura de un rombo. Por otro lado, la ejecución de un proceso como tal, se ve representado mediante flechas que conectan pasos desde el inicio hasta el final del mismo.

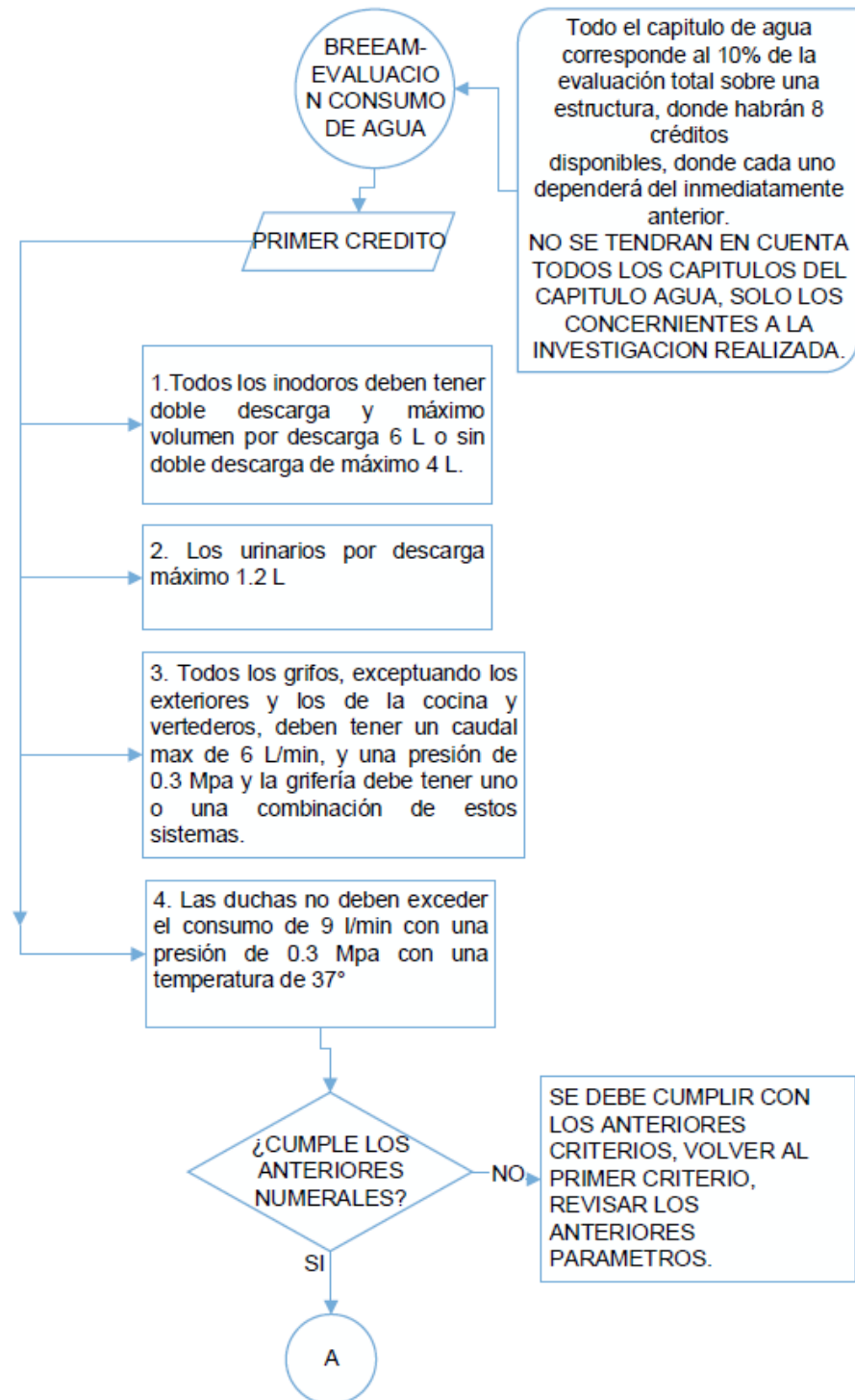
13.1. Resumen BREEAM.

En esta parte se desarrolló un flujograma el cual tiene el proceso detallado y por ende el resumen de la norma internacional británica BREEAM, este se realizó de manera tal que fuera pertinente a las condiciones de la vivienda en estudio y del país.

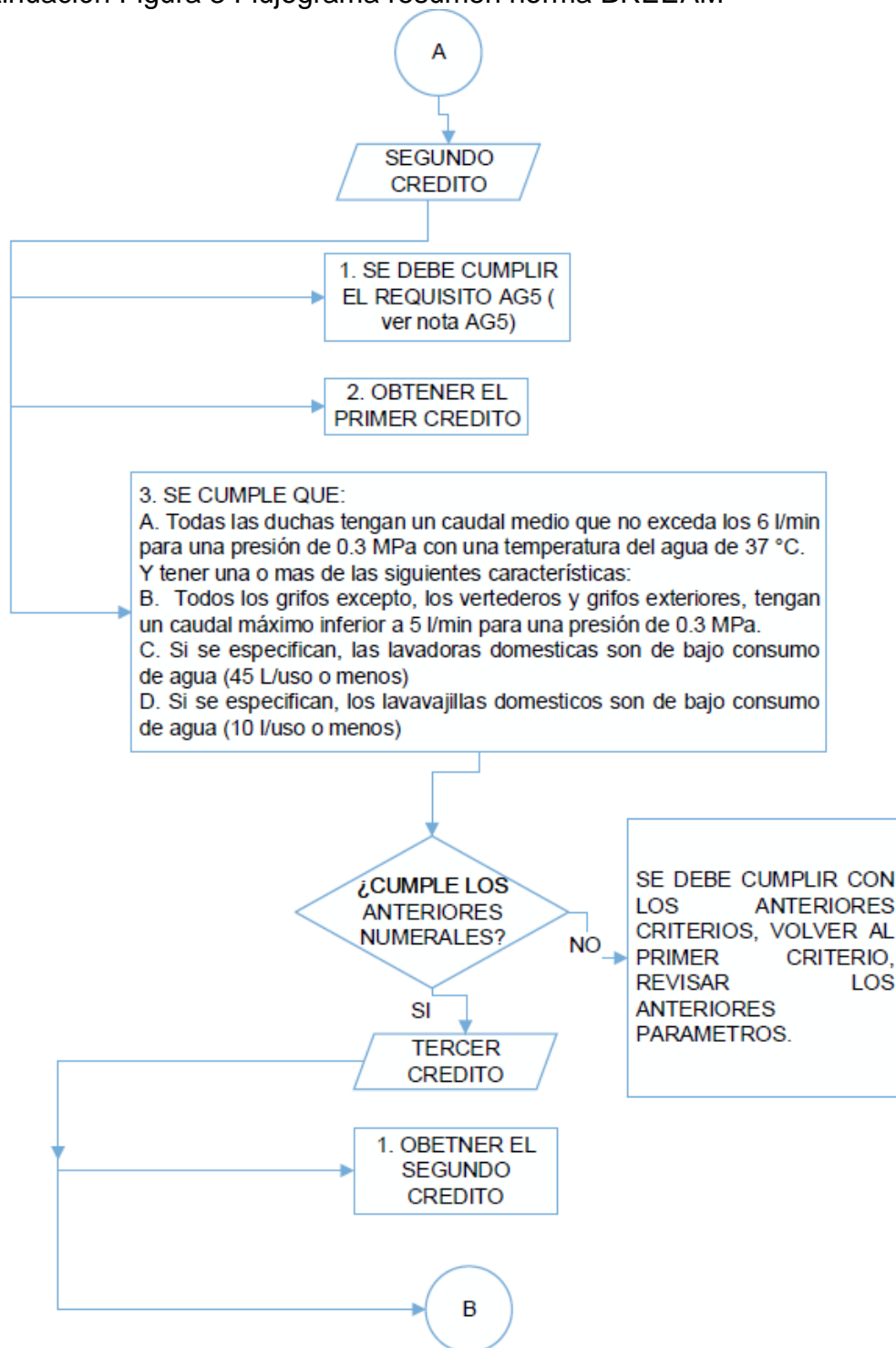
En cada proceso se describieron los aspectos o criterios para que cualquier vivienda tenga las condiciones mínimas requeridas por la norma para que optimice el recurso hídrico. En los procesos de la norma se puede observar la clasificación del puntaje que el criterio británico otorga por cada proceso cumplido, de tal manera, que al final si se completa con todos los procesos, se obtiene la totalidad de puntos.

Por otra parte, el flujograma también evidencia las presiones que debe de tener cada grifería, ya sea de baños, cocinas o jardinería y, por último, menciona qué se debe recolectar el agua pluvial, pues es evidente que, recogiendo estas aguas, la optimización del recurso sería mayor, no solo a nivel ambiental, sino también a nivel económico. Estas aguas lluvia se pueden reutilizar en riego para plantas, inodoros y grifería en exteriores.

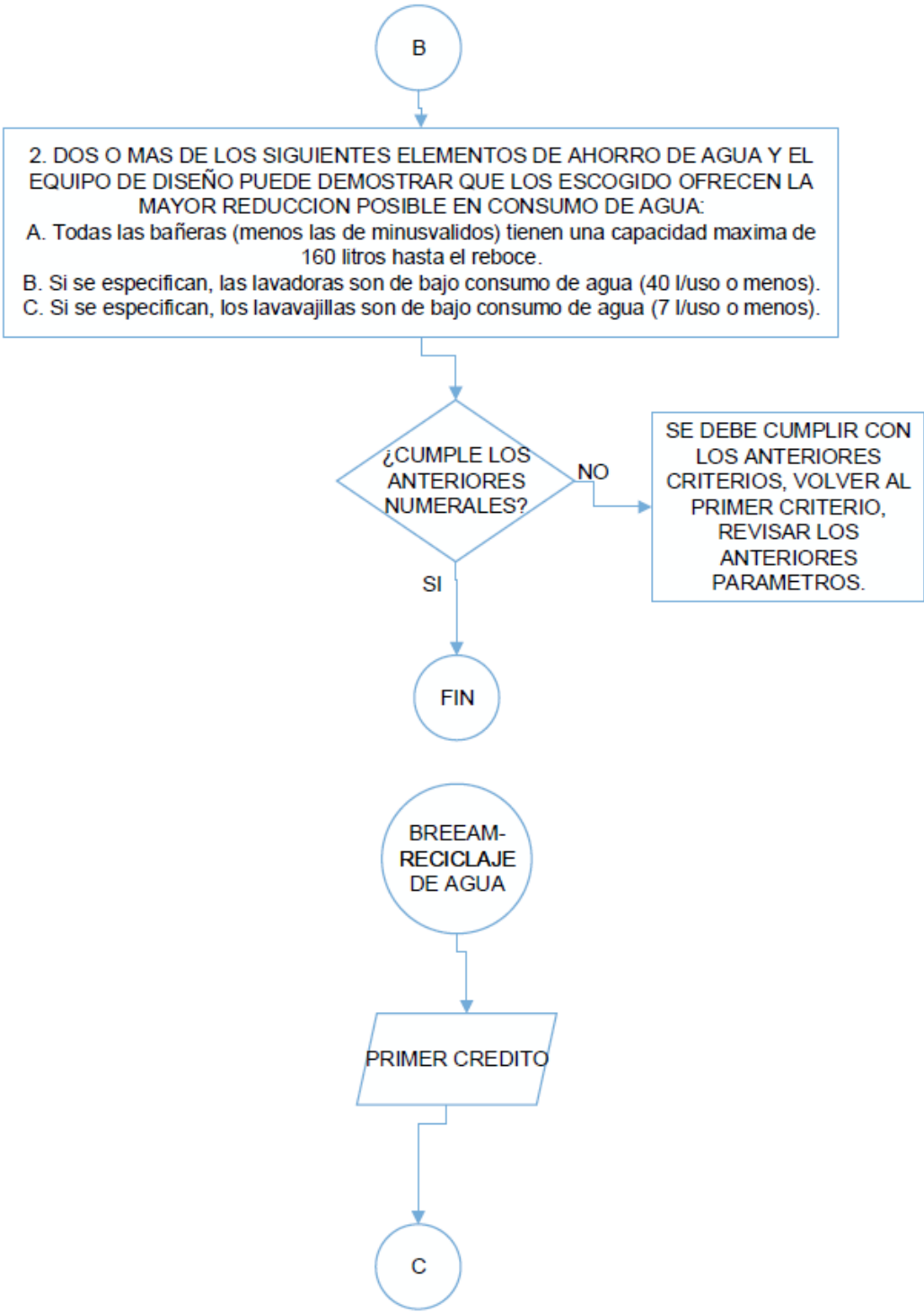
Figura 2 Flujograma resumen norma BREEAM.



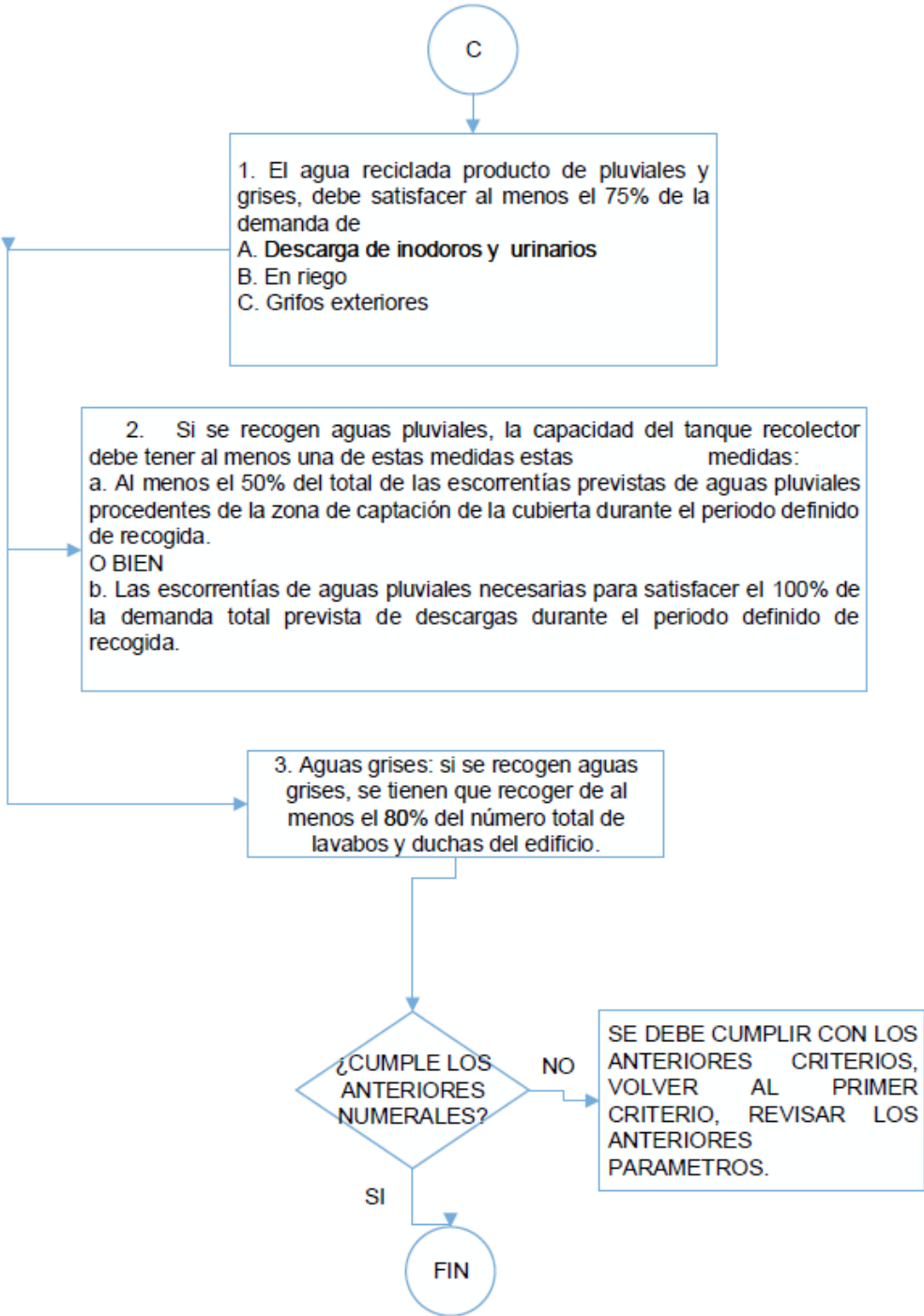
Continuación Figura 3 Flujograma resumen norma BREEAM



Continuación Figura 4 Flujograma resumen norma BREEAM



Continuación Figura 5 Flujograma resumen norma BREEAM



Fuente: Propia

13.2. Parámetros BREEAM.

A continuación, se muestran los diferentes parámetros que se tienen en cuenta para los aparatos y los consumos mínimos de los mismos según esta metodología, teniendo en cuenta no solo el consumo, sino también la presión a la que deben funcionar.

Tabla 1 Parámetros BREEAM

RESUMEN DE PARAMETROS-BREEAM		
APARATO	CONSUMO	PRESION
INODOROS	4.5/3.1 lpf <=	-
URINARIOS	1.2 lpf <=	-
GRIFERIA MENOS EXTERIORES Y VERTEDEROS	5 L/min <=	0.3 Mpa
DUCHAS	6 L/min <=	0.3 Mpa
LAVADORA	40 L/uso <=	-
LAVAVAJILLAS	7 L/uso <=	-

Fuente: Propia

Según como se evidencia, en Tabla 1, los aparatos y accesorios que se tienen en cuenta dentro de la edificación, dejan por fuera a la grifería en exteriores, es de suponer por tal motivo que el caudal que pueda llegar a dar tal punto hidráulico no se conoce ni los posibles desperdicios que se generen.

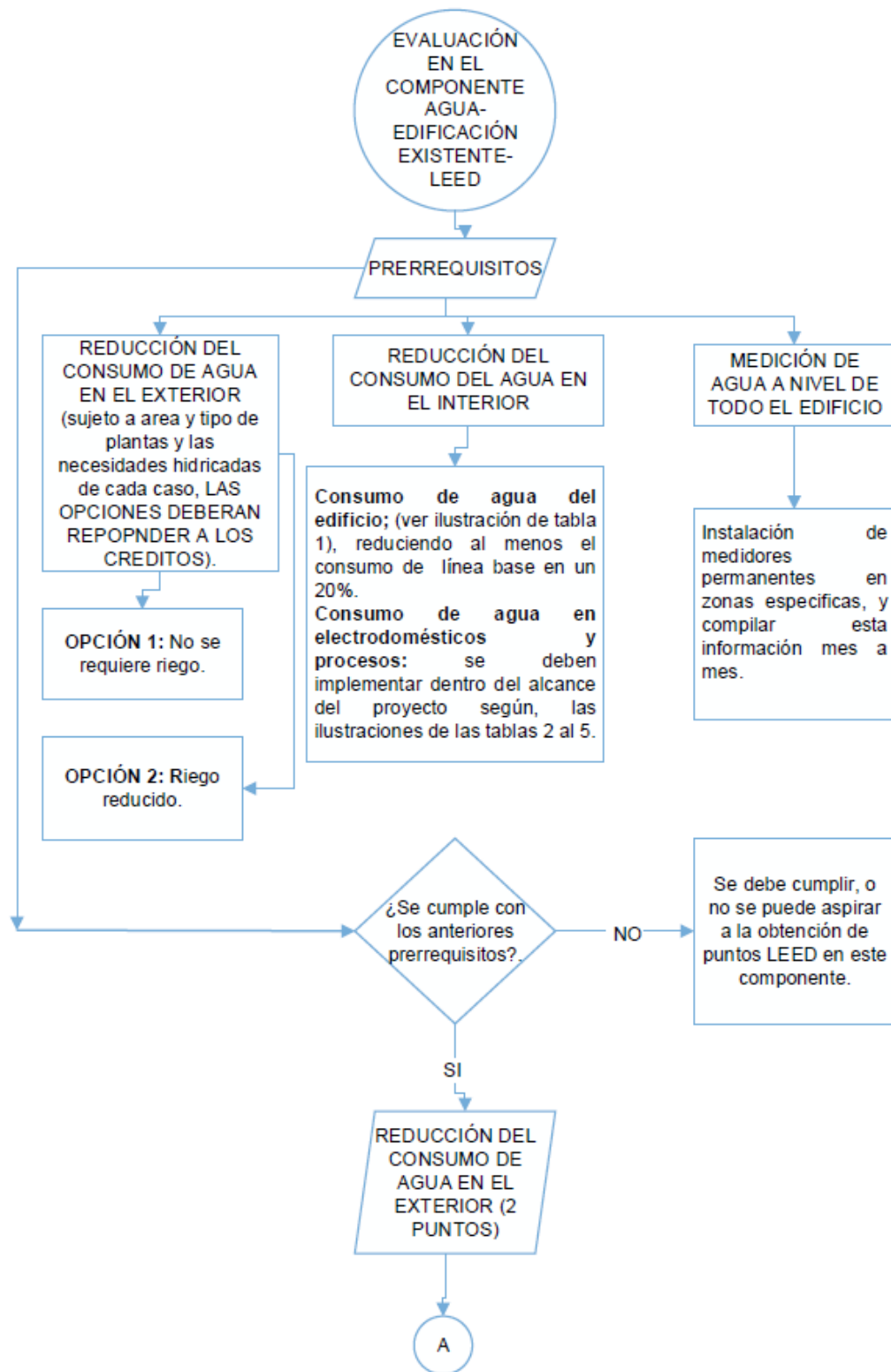
13.3. Resumen LEED.

Para esta parte también se desarrolló un flujograma el cual tiene un proceso detallado, clasificando los principales prerequisites que debe de cumplir una vivienda o edificación por medio de consumos de agua al exterior e interior de la vivienda, además tiene como prerequisite que cada edificación debe de tener medidores de caudal por zona. Es decir, los baños deben de tener medidores, las cocinas deben de tener medidores y así sucesivamente cada zona deberá tener medidores, los cuales facilitan la medición mensual y por ende, permiten conocer la trazabilidad de la optimización del recurso hídrico. Sin embargo, es importante precisar que para el contexto Bogotá, estrato 3, y según el estudio de evaluación, no es necesario aplicar el último prerequisite mencionado.

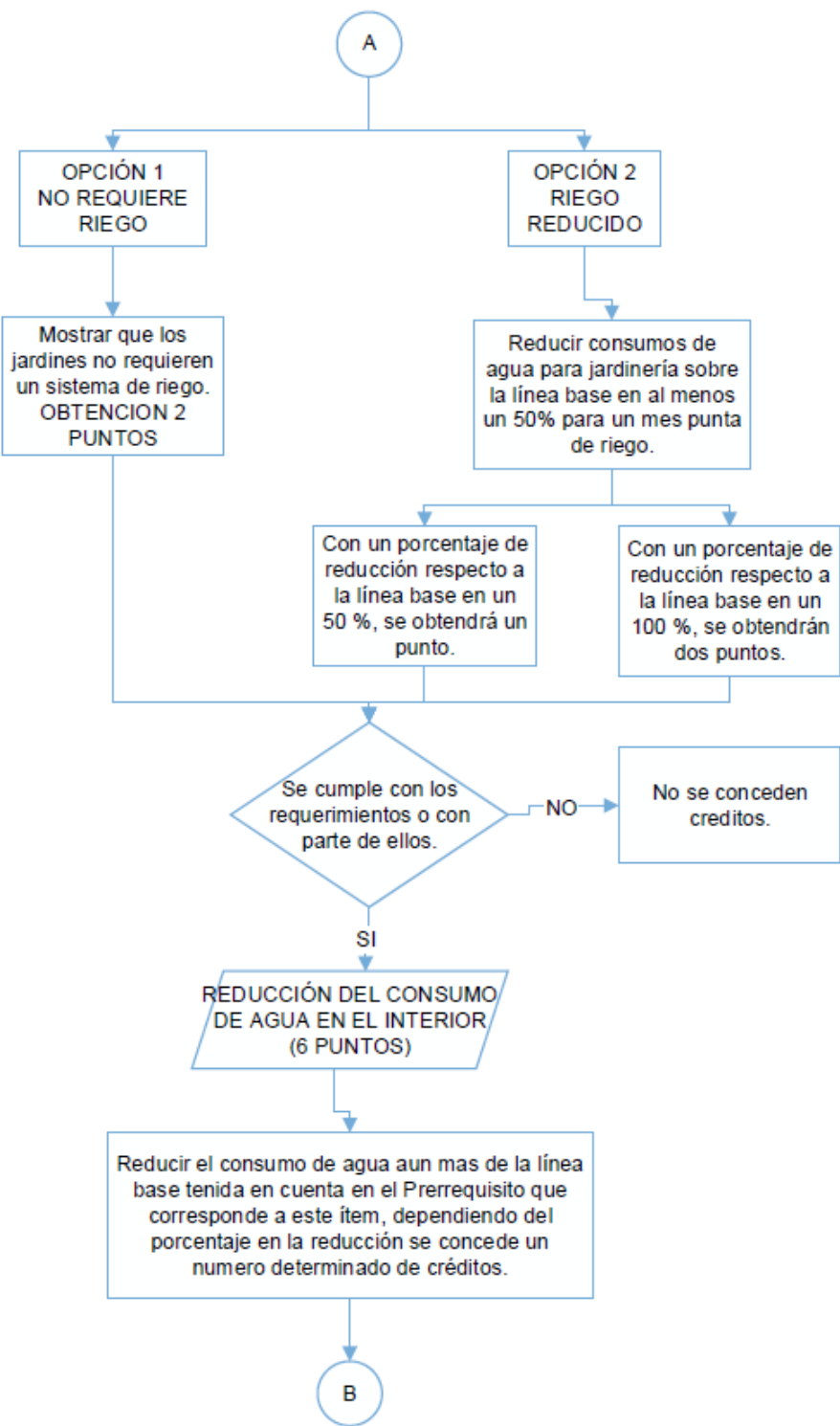
Por otro lado, al igual que la anterior norma, el flujograma también refleja un resumen de la norma internacional americana LEED, este se realizó de manera tal que fuera acorde a las condiciones de la vivienda en estudio y del país. En cada proceso se describieron los aspectos o evaluaciones para que cualquier vivienda tenga las condiciones mínimas requeridas por la norma para que optimice el recurso hídrico.

En los procesos de la norma se puede observar la clasificación del puntaje que la norma americana otorga por cada prerequisite cumplido, de tal manera que al final si se completa con todos los requisitos, se obtiene la totalidad de puntos. Por otra parte, el flujograma también evidencia las presiones que debe de tener cada grifería ya sea de baños, cocinas o jardinería.

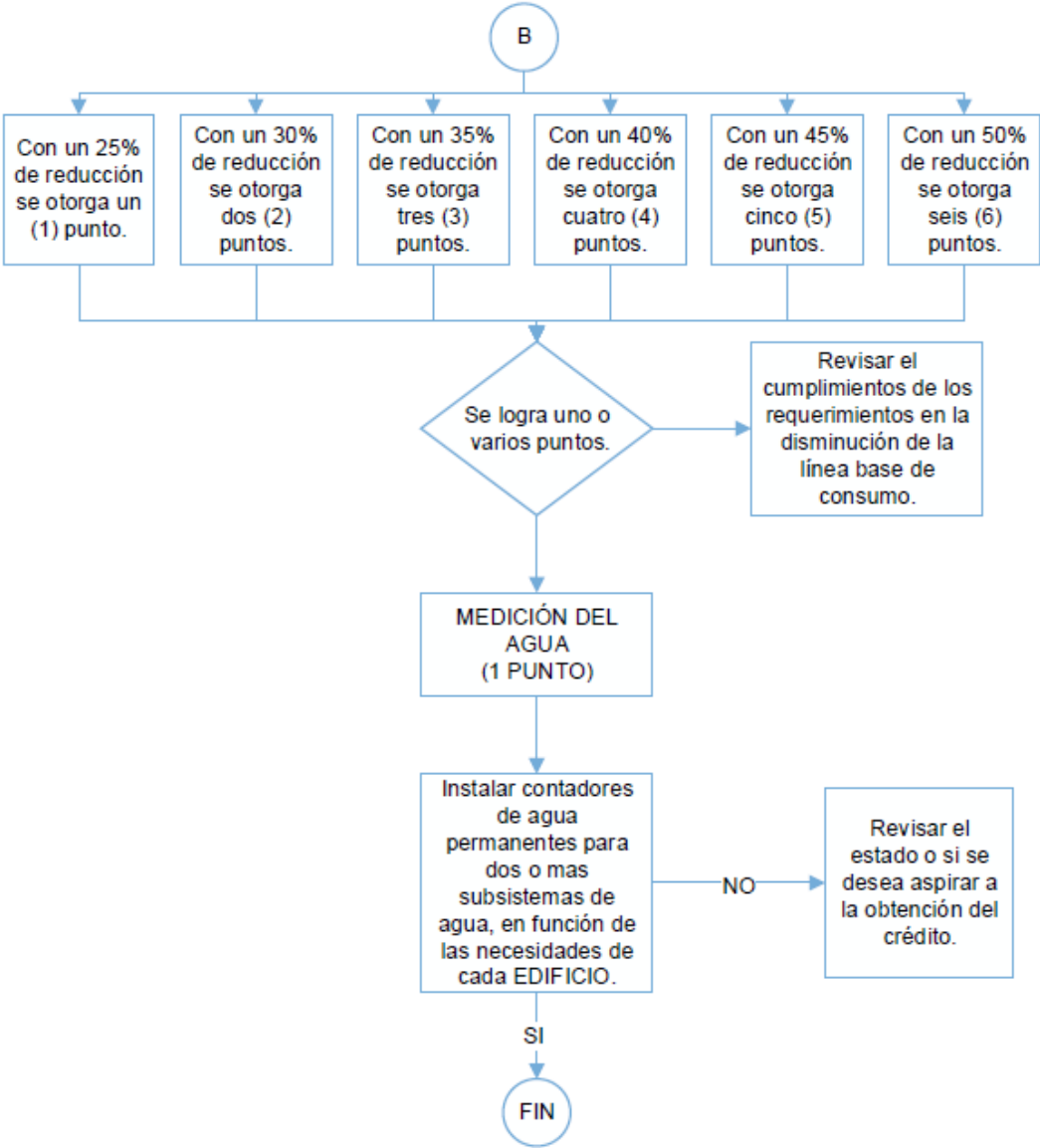
Figura 6 Flujograma resumen norma LEED.



Continuación Figura 7 Flujograma resumen norma LEED.



Continuación Figura 8 Flujograma resumen norma LEED.



Fuente: Propia

13.4. PARÁMETROS LEED.

Los parámetros que se muestran en la Tabla 2, son parte sustancial de lo encontrado dentro del manual LEED, para construcción sostenible, en el capítulo de agua, donde se delimitan los consumos máximos por aparatos y accesorios.

Tabla 2 Parámetros LEED

RESUMEN DE PARAMETROS-LEED		
APARATO	CONSUMO	PRESION
INODOROS	6 lpf <=	-
URINARIOS	3.8 lpf <=	-
GRIFERIA MENOS EXTERIORES Y VERTEDEROS	8.3 L/min <=	0.415 Mpa
DUCHAS	9.8 L/min <=	0.415 Mpa
LAVADORA	48 L/uso <=	-
LAVAVAJILLAS	6 L/uso <=	-

Fuente: Propia

Estos parámetros son requisitos para la obtención de puntos según el sistema de evaluación que tienen implementado LEED para la acreditación del mismo, dentro del capítulo de agua en la norma.

13.5. Resumen guía colombiana.

El resumen de la guía colombiana tiene énfasis en el consumo de agua y energía en las edificaciones, la guía menciona que estos componentes están condicionados por el diseño arquitectónico y constructivo de la edificación y por los patrones de comportamiento de los usuarios. El objetivo de la guía es mostrar una óptima selección de medidas para reducir el consumo de agua y energía, incidiendo en el diseño de la edificación, según el tipo de edificación y las condiciones climáticas del municipio donde se construirá. Un buen énfasis de la guía es que clasifica los consumos según el municipio donde se construirá la vivienda, este aspecto es muy importante ya que, si bien se conoce, la optimización del recurso hídrico es mucho mejor y mayor en zonas de temperatura bajas.

Para la guía existe una línea base, la cual corresponde a la definición del consumo promedio de agua según el tipo de edificio y zona climática. Por lo anterior, es importante definir que la guía clasifica los sistemas constructivos más comúnmente utilizados según cada municipio de Colombia.

Para la guía, el principal objetivo es reducir el consumo de agua potable, aplicando la reducción de insumos por medio de aparatos eficientes, el buen manejo de producción reciclando el mayor porcentaje de agua que se pueda, por medio de la reutilización del agua lluvia para posteriormente fomentar la recarga de sanitarios y realizar riegos a jardinería. Menciona que se debe satisfacer un buen diseño de la vivienda, donde cada vivienda tenga un tanque de almacenamiento de aguas pluviales, y que preferiblemente, se deben construir las viviendas de manera tal que las zonas que requieran consumo de agua estén lo más cerca posible, ya que esto economiza los gastos de plomería y mejora las perdidas por accesorios del agua.

Por último, menciona la conservación del agua por accesorios, en este ítem indica que la reducción del consumo del agua se puede reducir en un 10 % y un 42% dependiendo de la edificación.

13.6. Parámetros guía colombiana.

Los lineamientos sobre los consumos que aconseja La guía colombiana de construcción se presentan a continuación, en la Tabla 3

Tabla 3 Parámetros guía colombiana

RESUMEN DE PARAMETROS-GUIA DE CONTRUCCION SOSTENIBLE PARA EL AHORRO DE AGUA Y ENERGIA		
APARATO	CONSUMO	PRESION
INODOROS	6/4.5 lpf <=	
URINARIOS	1.0 lpf <=	
GRIFERIA MENOS EXTERIORES Y VERTEDEROS	2 L/min <=	0.3 Mpa
DUCHAS	6 L/min <=	0.3 Mpa

Fuente: Propia

Los parámetros que se consideran dentro de la guía, no contemplan todas las partes del consumo dentro de una edificación típica, tal es el caso de aparatos que usen el recurso hídrico.

13.7. Descripción de la vivienda objeto de estudio e identificación de accesorios y electrodomésticos de las normas y la guía pertinentes para la vivienda en estudio y clasificación de las zonas correspondientes a la misma.

Las descripciones pertinentes de la vivienda se evidencian en la metodología y en el anexo No 1.

Los accesorios y los aparatos que tienen un posible consumo de agua en su funcionamiento, es necesario individualizarlos para su estudio, en cuanto a su consumo volumétrico de agua, es por ello que se hace una clasificación de los accesorios y electrodomésticos dentro de la casa de estudio.

Tabla 4 Clasificación de accesorios y electrodomésticos.

CLASIFICACIÓN DE ACCESORIOS	
ÁREAS	SECCIONES
BAÑOS	SANITARIOS

Continuación Tabla 4 Clasificación de accesorios y electrodomésticos.

	GRIFERIA BAÑOS
	CABEZALES DE DUCHA
COCINAS	GRIFERIA COCINAS
ZONA DE LAVANDERIA	LAVADORA
	GRIFERIA
JARDINES	GRIFERIA

Fuente: Propia

El proceso realizado para esta parte fue en base a los objetivos de diferenciar los accesorios y electrodomésticos entre países como Inglaterra y Estados Unidos con Colombia.

13.8. Clasificación de zonas de consumo de agua.

En esta parte del proceso, se procedió a clasificar todos los accesorios, griferías y electrodomésticos existentes en la vivienda de estudio. Además, se realizó una demarcación de cada uno de estos componentes por zonas y por niveles de acuerdo a la distribución de la vivienda.

Tabla 5 Clasificación de consumos de agua por nivel

NIVELES	ZONAS
NIVEL 1	COCINA
	BAÑO
	JARDIN
NIVEL 2	BAÑO

Continuación Tabla 8 Comparación de las normas BREEAM, LEED Y LA GUÍA COLOMBIANA.

NIVEL 3	BAÑO1
	BAÑO2
	ZONA DE LAVANDERIA

Fuente: Propia

La discriminación realizada en la anterior tabla se hizo por zonas y a su vez por cada uno de los niveles, esta, facilita el estudio de los consumos, y posibilita un análisis más detallado sobre los consumos de la edificación.

Se hace un recuento por zonas de los accesorios y/o aparatos que se encuentran en cada una de ellas.

Tabla 6 Clasificación de accesorios y electrodomésticos por zona.

ZONAS	ACCESORIOS	ELECTRODOMESTICOS
ZONA COCINA	GRIFERÍA	N/A
ZONA BAÑOS	GRIFERÍA	N/A
	CABEZALES DE DUCHA	N/A
	SANITARIOS	N/A
ZONA LAVANDERIA	GRIFERÍA	LAVADORA
ZONA JARDÍN	GRIFERÍA	N/A

Fuente: Propia

Los electrodomésticos dentro de la edificación en estudio es solo uno, es por ellos que se buscará determinar el nivel de inferencia dentro del consumo de la edificación.

13.9. Aforo volumétrico de los consumos de la vivienda en estudio.

Según lo mencionado en la metodología, la clasificación de zonas se realizó para obtener un aforo de consumos más detallado y preciso, con el fin de que cada accesorio y aparato electrónico, se le vea en más detalle el gasto que genera cada uno en litros por minuto y metros cúbicos por mes. Es por esto que, antes que nada, se registraron los caudales de cada uno de los aparatos y puntos hidráulicos de cada zona, con el método de aforamiento, el cual consiste en registrar el volumen dispensado por el punto, en un tiempo determinado de un minuto, a excepción de los sanitarios y la lavadora, ya que para estos componentes no rige el mismo parámetro de medición, pues los sanitarios están en función de litros por descarga y la lavadora en función de litros por ciclo completado de funcionamiento.

Tabla 7 consumos de la vivienda en estudio

AFORO DE CONSUMO POR ZONAS							
NIVELES	ZONAS	SECCIONES	CONSUMO EN LITROS/MIN (menos cisternas y lavadora)	TIEMPO DE MEDICION(s)	FACTOR PROMEDIO DE TIEMPO EN MIN	CONSUMO TOTAL	CONSUMO TOTAL M3 POR MES
NIVEL 1	COCINA	LAVAPLATOS	4,5	60	4	18	0,54
	BAÑO	LAVAMANOS	13,5	60	1	13,5	0,405
		CISTERNA	4,8	-	1	4,8	0,144
	JARDIN	GRIFERIA	17	60	7	119	3,57
NIVEL 2	BAÑO	DUCHA AGUA CALIENTE	2,5	60	10	25	0,75
		DUCHA AGUA FRÍA	5,41	60	10	54,1	1,623
		LAVAMANOS	8,57	60	1	8,57	0,2571
		CISTERNA	4,8	-	1	4,8	0,144
NIVEL 3	BAÑO1	CISTERNA	4,8	-	1	4,8	0,144
		LAVAMANOS	1,7	60	1	1,7	0,051
	BAÑO2	CISTERNA	4,8	-	1	4,8	0,144
		LAVAMANOS	2,5	60	1	2,5	0,075
		DUCHA AGUA FRÍA	5,57	60	7	38,99	1,1697
	ZONA DE LAVANDERIA	LAVADORA	5	60	15	75	2,25
		LAVADERO	14	60	1	14	0,42
TOTAL							12

Fuente: Propia (33)

Para la explicación de la tabla 4, la vivienda se dividió en diferentes factores, por niveles, posteriormente por zonas y finalmente por secciones. En la columna de consumo en litros, fue el registro del aforo en el periodo comprendido en el mes de mayo a julio del año 2018, para todos los accesorios a excepción de las cisternas y la lavadora se hizo la medición en periodos de tiempo de un minuto, las cisternas por pulsación y las lavadoras por ciclo de funcionamiento.

Para la columna del factor promedio de tiempo, se especifica que estos factores son de la duración de cada sección, es decir, que en promedio para lavar los platos, pocillos, cubiertos y demás utensilios se gasta 4 minutos y así con el resto de secciones a excepción de las cisternas ya que en esta se colocó por descarga.

13.10. Comparación de consumos de la vivienda vs las normas y la guía.

En la metodología se mencionaba que era importante realizar la identificación de las exigencias comprendidas de cada una de las normas y la guía colombiana, lo cual para ello fue necesario tabular los consumos reales de la vivienda de estudio en la actualidad como se ve expresado en la Tabla 8 **Error! No se encuentra el rígen de la referencia..** La comparación que se realizó fue en base a la clasificación de accesorios de la necesidad que tiene la vivienda y no solo de la que está en estudio sino también de muchas otras en estrato 3 como muestra la tabla 8. Con lo anteriormente mencionado se comparó los consumos máximos exigidos de cada una de las normas y de la guía con los de la vivienda en estudio, con el propósito de aplicar cada metodología teóricamente realizando una proyección de los posibles nuevos consumos obtenidos, determinando el beneficio que genera cada una en forma porcentual y haciendo una representación de las zonas que presentan un mayor déficit de consumo de agua categorizándolo como zona crítica.

Tabla 8 Comparación de las normas BREEAM, LEED Y LA GUÍA COLOMBIANA.

ZONAS	SECCIONES	BREEAM	LEED	GUÍA
BAÑOS	SANITARIOS	6	6	6
	GRIFERIA BAÑOS	6	8,3	2
	CABEZALES DE DUCHA	6	9,5	6
COCINAS	GRIFERIA COCINAS	6	8,3	9
ZONA DE LAVANDERIA	LAVADORA	40	48	0
	GRIFERIA	6	0	2

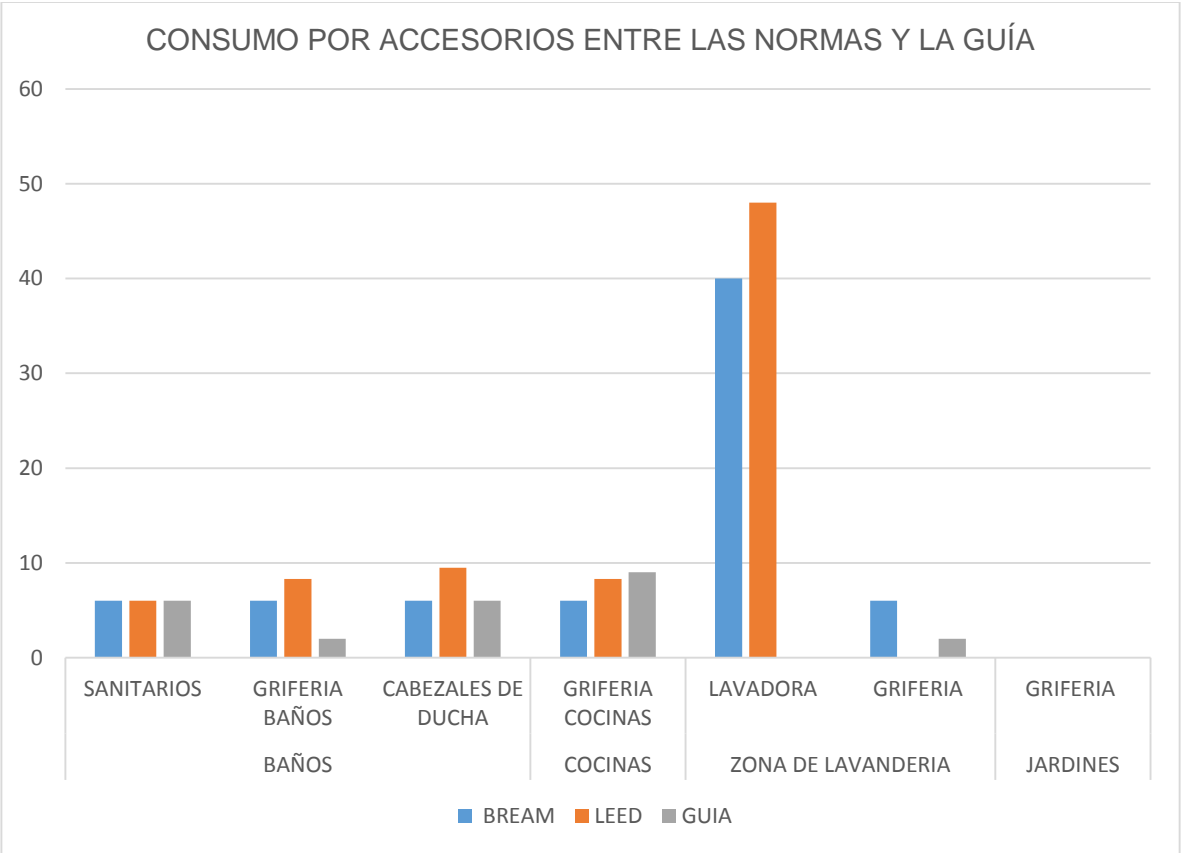
Continuación Tabla 9 Comparación de las normas BREEAM, LEED Y LA GUÍA COLOMBIANA.

JARDINES	GRIFERIA	0	0	0
----------	----------	---	---	---

Fuente: Propia

Como se muestra en la gráfica, los accesorios dentro de la edificación, no se encuentran tipificados y parametrizados dentro de las normas, obviando un ahorro potencial referente al consumo de agua potable dentro de la edificación.

Gráfica 1 Consumo por accesorios de las normas y la guía.



Fuente: Propia

Como se evidencia anteriormente, los consumos de los jardines y en general de los grifos exteriores no está parametrizado en las normas, obviando el posible ahorro.

Para este punto como se muestra en la siguiente tabla; se incluyen los consumos aforados en la vivienda de estudio con el fin de equiparar los consumos máximos propuestos en cada una de las guías metodológicas, en cada uno de los aparatos y accesorios.

Tabla 10 Comparación de las normas BREEAM, LEED, la guía colombiana y la casa en estudio.

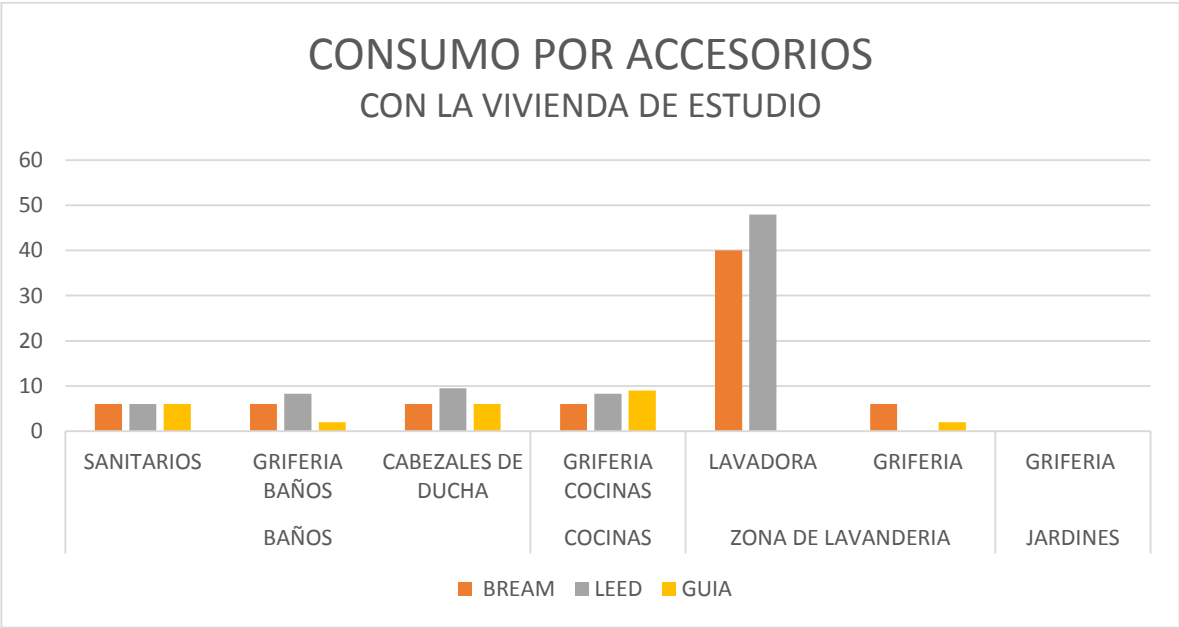
ZONAS	SECCIONES	CASA EN ESTUDIO	BREEAM	LEED	GUIA
BAÑOS	SANITARIOS	4,5	6	6	6
	GRIFERIA BAÑOS	8,57	6	8,3	2
	CABEZALES DE DUCHA	5,41	6	9,5	6
COCINAS	GRIFERIA COCINAS	18	6	8,3	9
ZONA DE LAVANDERIA	LAVADORA	75	40	48	0
	GRIFERIA	14	6	0	2
JARDINES	GRIFERIA	17	0	0	0

Fuente: Propia

Todos estos consumos se exponen para hacer visibles las fortalezas y debilidades de cada caso estudiado.

Las gráficas hacen aún más evidente los potenciales de ahorro que presentan las exigencias que tienen cada una de las metodologías, y se puede ver los lugares de mayor consumo en lpm o lpf/lpu

Gráfica 2 Consumo por accesorios de las normas, la guía y la vivienda de estudio.



Fuente: Propia

13.11. Mejor metodología para la optimización del recurso hídrico y clasificación de zonas de máximo consumo.

Según las comparaciones mostradas previamente, la metodología que presenta las exigencias más rigurosas y extensas en toda la edificación, no solo contemplando menores consumos, sino también teniendo en cuenta una cantidad mayor de accesorios y aparatos posibles en la evaluación de una edificación, tal y como se muestra a continuación en la tabla.

Tabla 11 Mejor metodología

ZONAS	SECCIONES	BREEAM
BAÑOS	SANITARIOS	6
	GRIFERIA BAÑOS	6

Continuación Tabla 10 Mejor metodología

	CABEZALES DE DUCHA	6
COCINAS	GRIFERIA COCINAS	6
ZONA DE LAVANDERIA	LAVADORA	40
	GRIFERIA	6
JARDINES	GRIFERIA	0

Fuente: Propia

En la anterior tabla el consumo exigido por cada uno de los aparatos, aunque no es el menor en todo frente a las otras metodologías estudiadas, si es la metodología que tiene la mayor cantidad de requisitos menores frente a las otras guías.

Tabla 12 Zonas de máximo consumo en la vivienda de estudio.

NIVELES	ZONA CRÍTICA EN LOS NIVELES	ZONA CRITICA EN LA VIVIENDA	
NIVEL 1	18		155,3
	18,3		
	119		
NIVEL 2	92,47		92,47
NIVEL 3	6,5		141,79
	46,29		
	89		

Fuente: Propia

La tabla 11 representa las zonas que presentan un alto consumo de agua. Las zonas se clasificaron por colores, el color amarillo hace referencia a que la zona tiene consumos bajos y el color rojo representa consumos altos y por ende clasifica las zonas en zona critica.

13.12. Consumos históricos de la vivienda en estudio.

Los consumos dentro de la edificación en un recuento histórico, entregados por la empresa de agua de Bogotá, se tuvieron en cuenta dentro del análisis que se hace para determinar una media aritmética a lo largo del ciclo documentado, teniendo así una referencia de consumo medio mensual, para poderlo comparar con el consumo aforado en la edificación de estudio.

Tabla 13 Consumo histórico de la vivienda en estudio.

CONSUMO HISTÓRICO	Columna1	Columna2	Columna3
AÑO	PERIODO DE MEDICION	CONSUMO M3	VALOR DE CONSUMO
2014	ENE29-MAR28	8	\$ 14.575
	MARZO29-MAY27	17	\$ 35.733
	MAYO28-JUL25	17	\$ 35.733
	JUL26-SEP23	24	\$ 52.189
	SEP24-NOV21	29	\$ 63.943
	NOV22-ENE21/2015	27	\$ 59.242
TOTAL			\$ 261.416
2015	ENE22-MAR21	30	\$ 75.509
	MARZO22-MAYO21	19	\$ 46.055
	MAYO22-JUL21	15	\$ 35.345
	JUL22-SEP18	20	\$ 48.733
	SEP19-NOV18	20	\$ 48.733

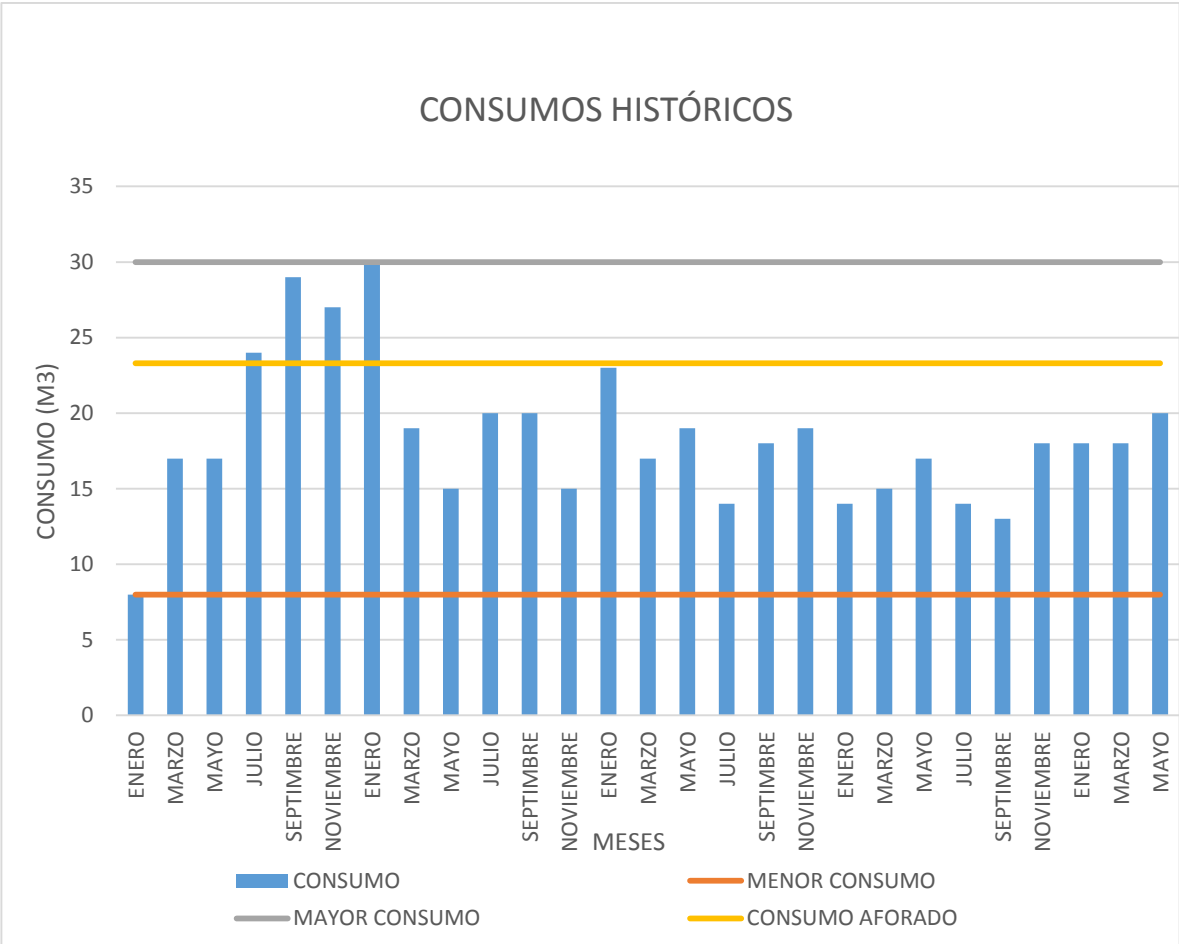
Continuación Tabla 12 Consumo histórico de la vivienda en estudio.

	NOV19-ENE16/2016	15	\$ 35.345
TOTAL			\$ 289.720
2016	ENE17-MAR16	23	\$ 59.021
	MARZO17-MAYO16	17	\$ 42.317
	MAYO17-JUL15	19	\$ 47.885
	JUL16-SEP14	14	\$ 33.965
	SEP15-NOV12	18	\$ 45.101
	NOV13-ENE/2017	19	\$ 47.885
TOTAL			\$ 276.173
2017	ENE17-MAR16	14	\$ 29.824
	MARZO17-MAYO16	15	\$ 32.268
	MAYO17-JUL15	17	\$ 37.158
	JUL16-SEP14	14	\$ 29.824
	SEP12-NOV09	13	\$ 27.379
	NOV13-ENE9/2018	18	\$ 39.602
TOTAL			\$ 9.650
2018	ENE10-MAR10	18	\$ 39.602
	MARZO17-MAYO16	18	\$ 39.602
	MAYO17-JUL15	20	\$ 44.491
TOTAL			\$ 123.696
PROMEDIO		18,44444444	42483,69778

Fuente: Propia

Los consumos previamente mostrados están organizados en la siguiente gráfica.

Gráfica 3 Consumo histórico.



Fuente: Propia

Estos consumos tienen unos picos y unos puntos bajos tal y como se muestra en la gráfica, esto determinado por el nivel de ocupación de la edificación, lo que muestra la lógica; que el consumo será directamente proporcional al nivel de ocupación de la edificación, entre individuos con hábitos similares.

13.13. Análisis de costos

A continuación, se muestra en la tabla 13, los posibles costos por aparato y accesorio dentro de la edificación de estudio. Todos estos accesorios y aparatos están en un consumo margen por debajo de las exigencias de todas las guías metodológicas, sirviendo de partida para la construcción de la propuesta metodológica que se espera determinar con esta investigación.

Tabla 14 Análisis de costos.

NIVELES	ÁREAS	CONSUMO EN M3/DIA	CONSUMO EN M3/BIMENSUAL	PRECIO
NIVEL 1	COCINA	0,018	1,08	\$353.394,00
	BAÑO	0,0135	0,81	\$272.115,00
		0,0048	0,288	\$419.900,00
	JARDIN	0,119	7,14	\$53.533,00
NIVEL 2	BAÑO	0,025	1,5	\$146.794,00
		0,0541	3,246	
		0,00857	0,5142	\$272.115,00
		0,0048	0,288	\$419.900,00
NIVEL 3	BAÑO1	0,0048	0,288	\$419.900,00
		0,0017	0,102	\$272.115,00
	BAÑO2	0,0048	0,288	\$419.900,00
		0,0025	0,15	\$272.115,00
		0,03899	2,3394	\$146.794,00
	ZONA DE LAVANDERIA	0,075	4,5	\$2.888.000,00
		0,014	0,84	\$20.000,00
INTALACION Y CAMBIO SANITARIOS				\$500.000,00

Continuación Tabla 15 Análisis de costos.

TOTAL	0,38956	23,3736	\$6.876.575,00
--------------	---------	---------	----------------

Fuente: Propia

Los precios que se reflejan en la tabla son gracias a las cotizaciones realizadas en internet. Para las fichas técnicas de las empresas como Corona y Mabe se encontraron en las páginas principales de cada una. La ficha técnica refleja el consumo, dimensiones y principales características que requiere cada accesorio. Además de lo anterior, con la ficha técnica se evidencia los parámetros mínimos exigidos por las normas internacionales, por tal motivo estos accesorios encontrados son los que se implementarían en la guía propuesta.

13.14. Guía metodológica.

Sobre presentar una nueva metodología de construcción sostenible en el componente hídrico para vivienda estrato 3, que incluya las variables anteriormente identificadas en las dos normas internacionales y la guía colombiana y aplicarla la propuesta metodológica a una vivienda estrato 3 que no haya implementado este sistema.

Ver anexo No2.

13.15. Potencial de ahorro del agua aplicando la guía propuesta.

La guía propuesta, a partir del análisis y la investigación hecha, muestra los siguientes ahorros potenciales de ser aplicada en la edificación de estudio.

Tabla 16 Consumo nuevo aplicando la guía.

NIVELES	ÁREAS	SECCIONES	NUEVO CONSUMO LITROS/MIN	NUEVO CONSUMO M3/mes
NIVEL 1	COCINA	GRIFERÍA LAVAPLATOS	5	0,6
	BAÑO	GRIFERÍA LAVAMANOS	5	0,15
		CISTERNA	5,00	0,15
	JARDIN	GRIFERIA EXTERNA	2,5	0,525
NIVEL 2	BAÑO	GRIFERÍA DUCHA AGUA CALIENTE	5,3	1,59
		GRIFERÍA DUCHA AGUA FRÍA		
		GRIFERÍA LAVAMANOS	5	0,15
		CISTERNA	5,00	0,15
NIVEL 3	BAÑO1	CISTERNA	5,00	0,15
		GRIFERÍA LAVAMANOS	5	0,15
	BAÑO2	CISTERNA	5,00	0,15
		GRIFERÍA LAVAMANOS	5	0,15
		GRIFERÍA DUCHA AGUA FRÍA	5,3	1,113
	ZONA DE LAVANDERIA	LAVADORA(20 VECESxMES)	39,53	0,7906
		GRIFERÍA LAVADERO	2	0,06

Fuente: Propia

El potencial de ahorro que se muestra es significativo, además es posible determinar el foco donde el agua potable pueda ser ahorrada en mayor medida, de ser tomada esta medida de reemplazar este accesorio o aparato. Además de esto en la **¡Error! o se encuentra el origen de la referencia.** se evidencian los nuevos consumos en metros cúbicos por mes de la vivienda de estudio, aplicando la nueva guía para el ahorro de agua en viviendas de estrato 3 en Bogotá.

Tabla 17 Comparación de consumos.

NIVELES	ÁREAS	NUEVO CONSUMO M3/mes	CONSUMO ANTERIOR M3/mes
NIVEL 1	COCINA	0,6	0,54
	BAÑO	0,15	0,405
		0,15	0,144
	JARDIN	0,525	3,57
NIVEL 2	BAÑO	1,59	1,623
		0,15	0,2571
		0,15	0,144
NIVEL 3	BAÑO1	0,15	0,144
		0,15	0,051
	BAÑO2	0,15	0,144
		0,15	0,075
		1,113	1,1697
	ZONA DE LAVANDERIA	0,7906	2,25
		0,06	0,42

Fuente: Propia

Para la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se realizó una comparación de consumos, entre los consumos obtenidos por medio del aforamiento de mayo a julio del año en curso a la vivienda en estudio, con los consumos aplicando la guía propuesta. En este proceso se observan diferencias en las cantidades en metros cúbicos por mes.

el cálculo realizado para obtener el nuevo consumo fue en base a los resultados obtenidos en las tablas 5 y 6, gracias a las gráficas de la comparación del consumo de las normas, se evidencian los consumos óptimos y más favorables para la reducción del gasto mes a mes de la vivienda.

Tabla 18 Ahorro de agua bimestral aplicando la guía.

DETERMINACION DEL AHORRO DE AGUA EN M3	
PRECIO POR m3	\$2.533,00
PROMEDIO DE CONSUMO BIMENSUAL EN LOS ULTIMOS 3 AÑOS (m3)	18,44
CONSUMO AFORADO EN CASA DE ESTUDIO (m3/día)	0,39
CONSUMO AFORADO EN CASA DE ESTUDIO (m3/bimensual)	23,37
CONSUMO ESPERADO EN CASA DE ESTUDIO (m3/bimensual)	11,76
PRECIO CONSUMO AFORADO EN CASA DE ESTUDIO	\$59.205,33
PRECIO CONSUMO ESPERADO EN CASA DE ESTUDIO	\$29.780,99
AHORRO BIMEMENSUAL (M3)	11,62
AHORRO BIMENSUAL (\$)	\$29.424,34

Fuente: Propia

En la tabla 16 se demuestra el ahorro bimensual de agua que tendría la casa en estudio, el cálculo para determinar este valor fue gracias a la diferencia entre el consumo aforado y el consumo nuevo aplicando la guía propuesta.

13.16. Comparación de la guía metodológica vs las normas internacionales y la guía colombiana.

Sobre comparar los resultados obtenidos en el análisis de cada una de las normas aplicadas, incluida la nueva propuesta metodológica e identificar las ventajas y desventajas que presentan las dos normas internacionales y la guía colombiana en la reducción de consumos de agua potable para el caso de estudio, se obtiene:

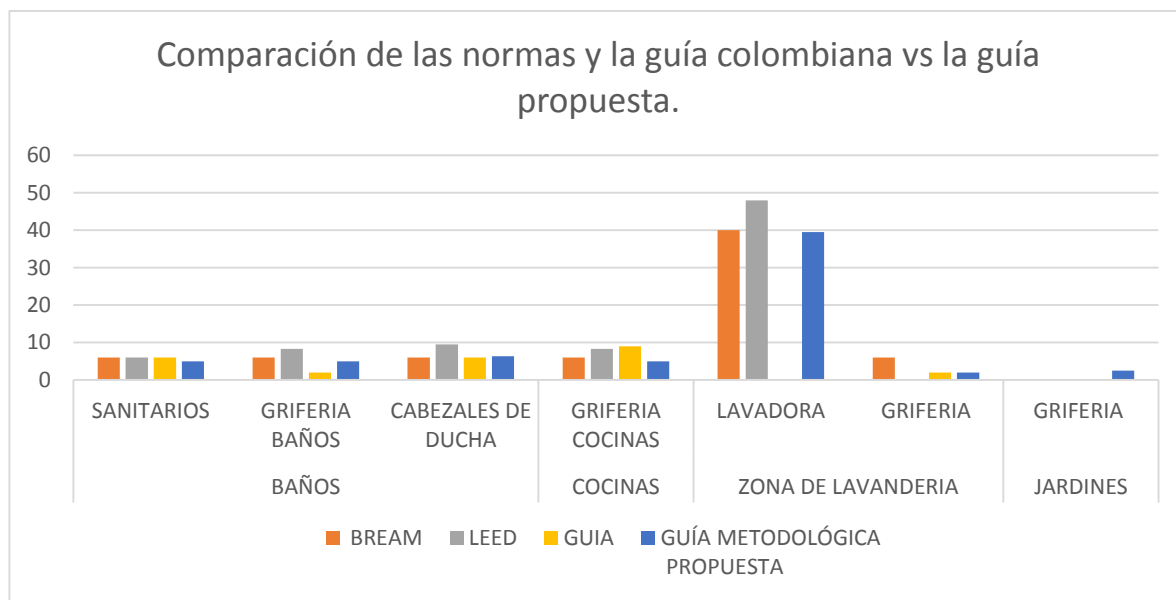
Tabla 19 Comparación de las normas y la guía colombiana vs la guía propuesta.

ZONAS	SECCIONES	BREEAM	LEED	GUIA	GUÍA METODOLÓGICA PROPUESTA
BAÑOS	SANITARIOS	6	6	6	5
	GRIFERIA BAÑOS	6	8,3	2	5
	CABEZALES DE DUCHA	6	9,5	6	6,3
COCINAS	GRIFERIA COCINAS	6	8,3	9	5
ZONA DE LAVANDERIA	LAVADORA	40	48	0	39,53
	GRIFERIA	6	0	2	2
JARDINES	GRIFERIA	0	0	0	2,5

Fuente: Propia

La siguiente gráfica, evidencia el ahorro potencial de agua que presenta la vivienda objeto de estudio aplicando la nueva metodología propuesta.

Gráfica 4 Representación gráfica de la comparación de las normas y la guía colombiana vs la guía propuesta.



Fuente: Propia

Al realizar la comparación de las dos normas internacionales y la guía colombiana vs la nueva guía propuesta, se evidencia por medio de la gráfica número cuatro, que el ahorro de la vivienda objeto de estudio es bastante considerable, puesto que esta guía está diseñada para el contexto colombiano y más específicamente para la estratificación 3 en Colombia, por tal motivo, es considerable la mejoría del ahorro hídrico frente a las normas y la otra guía colombiana.

Como se evidencia, para los consumos de los sanitarios la reducción del agua reflejada en la descarga es mayor a la que presentarían las demás, así mismo, se evidencia mayor ahorro hídrico en la grifería para la cocina, esto gracias a parámetros anteriormente definidos, aterrizados al país y con más énfasis en una vivienda de estrato 3 en la ciudad de Bogotá, para la zona de lavandería y jardines, la guía propuesta presenta mejoras, puesto que no solo reduce la cantidad de agua que se utiliza en una lavadora por ciclo de funcionamiento, sino que también presenta un consumo reflejado en los jardines, el cual no se ve reflejado o simplemente no tienen en cuenta las normas internacionales y la guía colombiana.

13.17. Proyección de ahorro porcentual de cada una de las normas y la guía respecto a la línea base.

Tabla 20 Ahorro porcentual respecto a la línea base.

POSIBLE AHORRO EN % POR NORMA Y GUIA RESPECTO DE LA LINEA BASE AFORADA					
NIVELES	ÁREAS	SECCIONES	BREEAM	LEED	GUIA
NIVEL 1	COCINA	LAVAPLATOS	-11%	-84%	-100%
	BAÑO	LAVAMANOS	63%	39%	85%
		CISTERNA	17%	-25%	-9%
NIVEL 2	BAÑO	DUCHA AGUA CALIENTE	-140%	-380%	-140%
		DUCHA AGUA FRÍA	-11%	-122%	-11%
		LAVAMANOS	42%	3%	77%
		CISTERNA	17%	-25%	-9%
NIVEL 3	BAÑO1	CISTERNA	17%	-25%	-9%
		LAVAMANOS	-194%	-388%	-18%
	BAÑO2	CISTERNA	17%	-25%	-9%
		LAVAMANOS	-100%	-232%	20%
		DUCHA AGUA FRÍA	-8%	-115%	-8%
	ZONA DE LAVANDERIA	LAVADORA(l/uso)	56%	35%	N/A
		LAVADERO	N/A	N/A	86%

Fuente: **Propia**

14. ANÁLISIS DE RESULTADOS

14.1. Análisis resumen BREEAM.

Para el resumen de la norma británica BREEAM se analizó y se determinó que para la norma el objetivo principal es que para que una persona desee aspirar a una acreditación mediana o alta para una edificación, debe de tener que cumplir con la secuencia descrita de todos los parámetros establecidos en la misma, es decir que para poder acreditar el segundo crédito se debe de tener el primero y así sucesivamente, esto garantiza la excelencia y el buen desarrollo de la optimización del recurso hídrico. Además de esto, la norma clasifica los créditos por orden de dificultad siendo los primeros los más complejos de obtener y los últimos los más básicos y comúnmente más utilizados.

14.2. Análisis resumen LEED.

La norma de construcción sostenible LEED, como se evidencia en el diagrama de flujo y en los posibles consumos que exige frente a las otras normas, no es la más exigente en términos generales, y en algunos casos se excede significativamente en los consumos máximos permitidos, es por ende que se puede tomar como poco exigente, al menos en los requerimientos, además que las equivalencias de los aparatos exigidos con la etiqueta ENERGY STAR tampoco son los más eficientes que se puedan llegar a encontrar en el mercado nacional, tal y como se demuestra si se contrasta con la propuesta metodológica desarrollada a lo largo de esta investigación.

14.3. Análisis resumen guía colombiana construcción sostenible para el ahorro de agua y energía.

Las exigencias de la guía son bastante claras, además de presentar múltiples parámetros de interés para la posibles interesados en implementarlo en un proyecto, además de presentar estudios y resultados sobre los posibles retornos que se pueden obtener dependiendo del tipo de edificación y de uso, contiene parámetros bajo los que se puede llegar a obtener estos retornos, diferencia tanto consumos como retornos dependiendo del piso térmico en el que se encuentre la edificación, pero no es clara en cuanto a una posible implementación, es por eso que hace poco posible su aplicación en un proyecto y aunque da parámetros, no describe cómo y

en qué forma deben ser aplicados a la edificación haciendo difusa la información, y se torna en ese punto como un documentos con mucho contenido, más no una guía de construcción sostenible.

14.4. Descripción de la vivienda objeto de estudio.

Se identificaron diferentes variables favorables para la optimización del recurso hídrico en la vivienda seleccionada, pues como se evidencia en los aforos volumétricos realizados, la vivienda cumple con diferentes criterios exigidos por las normas internacionales y la guía colombiana. Esto hace que su incidencia con el ahorro del agua sea buena y favorable teniendo en cuenta aspectos económicos, ya que no habría que realizar cambios a accesorios o modificaciones de mayor impacto.

14.5. Clasificación de accesorios y electrodomésticos para la vivienda en estudio.

Para la clasificación de accesorios y electrodomésticos se determinó que, como se menciona en la metodología, las normas BREEAM y LEED hacen referencia a electrodomésticos y accesorios que en Colombia no son comúnmente utilizados. Un ejemplo claro es el uso de lavavajillas y jacuzzis que usan la mayoría de países británicos o el uso de hornos combinados u ollas de vapor que utilizan los Estados Unidos en las cocinas. Por tal motivo, esta clasificación se realizó exclusivamente para satisfacer las necesidades de la vivienda en estudio y de la mayoría de viviendas de estrato 3 en Colombia.

14.6. Clasificación de zonas de consumo de agua.

La clasificación de las zonas para la vivienda en estudio determina que los accesorios y electrodomésticos implementados son de uso común, por ende, la vivienda no posee de algún parámetro que exija mayor consumo de agua.

14.7. Aforo volumétrico de los consumos de la vivienda en estudio.

La medición de los consumos en la vivienda fue gracias a los aforamientos realizados en el periodo comprendido entre mayo y julio del año 2018, gracias a esto, se determinaron diferentes factores los cuales inciden en la precisión de los resultados, con esto se determinó que hay un error porcentual en los datos registrados frente a los que arroja el acueducto de Bogotá, puesto que al realizar el aforo no se tuvieron en cuenta las posibles pérdidas que puede llegar a presentar el sistema y la red de distribución para toda la vivienda.

14.8. Comparación de consumos de la vivienda vs las normas y la guía.

Los resultados obtenidos hacen constatar que haciendo la comparación de las normas internacionales y la guía colombiana se obtienen comparaciones de consumos favorables, se determinó que para la aplicación de la guía es viable determinar los mejores consumos que presenta las normas y la guía, por ende en la secciones de sanitarios y griferías de cocinas el consumo más favorable es el que maneja BREEAM, para la grifería de los baños, los cabezales de ducha y la grifería de la lavandería el consumo más favorable es el de la guía y para las secciones de la lavadora los consumos más favorables son los que presenta BREEAM. De esta manera se determina que en general para aplicar la guía propuesta se pueden tomar los consumos de referencia los que maneja la norma británica BREEAM.

Por otro lado, al comprar los consumos de las normas y la guía con los consumos de la vivienda en estudio se determinó que la casa en estudio cumple con algunos parámetros exigidos de las normas y la guía, aun sin aplicar ninguna metodología ni ningún recurso que pueda optimizar el agua. De manera tal que las secciones en las cuales cumple la vivienda son los sanitarios y es muy importante aclarar que para el caso de los cabezales de las duchas tiene un mejor consumo, ya que arroja 5.41 litros por minuto siendo la menor y más considerable y optima dentro de la comparación realizada.

14.9. Zonas de máximo consumo

Según lo analizado y como se evidencia en la tabla 7, el nivel uno presenta zona crítica en el jardín. Para el nivel dos, solo se tiene una zona, la cual hace referencia al baño y por ende esta zona se clasifica como zona crítica. En el nivel tres, la zona crítica es la zona de lavandería, puesto que allí está la lavadora. Por último, como se evidencia en la tabla 7, la zona crítica en toda la vivienda es el nivel 1, ya que la grifería en el jardín presenta un alto consumo de agua.

14.10. Consumos históricos de la vivienda.

El consumo histórico se hizo con el fin de determinar y comparar las mediciones que se hicieron en la investigación frente a las que arroja el acueducto, esto con el fin de determinar si existe alguna anomalía o una diferencia considerable entre los aforos y recibos públicos que genera el acueducto de Bogotá.

Además, fue importante realizar este consumo histórico, ya que no solo permite analizar un error porcentual que puede llegar a tener la medición realizada, sino que también da pie para realizar y determinar el ahorro de agua de la vivienda en estudio aplicando la guía propuesta, ya que se tiene el consumo generado y la medición del acueducto para los meses comprendidos entre el mes de mayo y el mes de julio.

Es importante resaltar que los aforos realizados son del mes de mayo al mes de julio del año 2018 y que la medición hace referencia a la estimación de lo que se puede gastar en ese periodo de tiempo, mas no es exacto, pues no todos los días se realiza la misma rutina y en muchas ocasiones se realizan visitas de más personas a la vivienda. Con lo anterior, se pretendió observar que tan viable es la medición realizada respecto a las mediciones que genera el acueducto.

14.11. Análisis de costos.

Para el estudio de mercado se utilizó la estrategia mencionada en la metodología. Los estándares de calidad de las empresas consultadas son muy buenos y la mayoría de sus cisternas, lavamanos, lavaplatos y griferías cumplen con los estándares mínimos exigidos por cada una de las normas.

Por otro lado, muchas de las fichas encontradas y consultadas sobrepasan los estándares o parámetros mínimos exigidos por cada una de las normas y la guía colombiana. Para ello, es importante hacer énfasis que según lo anterior estas

fichas están certificadas y, por ende, tienen mayor funcionalidad a la hora de implementar la guía propuesta.

14.12. Guía metodológica.

Una de las ventajas fundamentales analizadas al implementar la nueva guía metodológica es que el diseño de la guía se pensó y se diseñó para un país que no tiene condiciones estacionales o tiene un clima medianamente igual en todo el año, con base en lo anterior, la guía se puede implementar en todo Colombia.

Por otra parte, se tomaron como referencia los más altos requerimientos de las normas internacionales como base, para así tener un mayor porcentaje de reducción de agua, respecto a las normas y guías existentes estudiadas para el proyecto.

14.13. Potencial de ahorro del agua aplicando la guía propuesta.

Como se evidencia en la tabla número 6, el ahorro de agua es evidente, bimensualmente el ahorro que presentaría la vivienda de estudio es de 11.62 metros cúbicos, una cifra realmente considerable, al implementar la guía no solo se contribuye con el medio ambiente, sino también, genera un ahorro económico bimensual de \$ 29.424.34 M/CTE, pero, aun así, el énfasis del proyecto es enfocado en que si se implementa la guía si se van a obtener resultados favorables de reducción del consumo hídrico.

14.14. Comparación de la guía metodológica vs las normas internacionales y la guía colombiana.

La guía metodológica presenta mejores consumos, puesto que se tomaron como base las normas internacionales y la guía colombiana. Sin embargo, en la sección de la grifería de baños el nivel de ahorro a pesar de ser favorable, no cumple con los parámetros propuestos por la guía colombiana. Sin embargo, es importante hacer énfasis en que el consumo escogido para tal grifería no fue el de la guía colombiana, ya que dos litros por minuto no es una buena cantidad para satisfacer la necesidad de las personas a la hora de lavarse las manos.

Por tal motivo, el consumo escogido para tal sección fue diseñado y pensado en la media estándar que manejan las dos normas internacionales satisfaciendo la necesidad de consumo por persona.

14.15. Proyección de ahorro porcentual de cada una de las normas y la guía respecto a la línea base.

Como se ha venido reiterando, la norma más exigente, frente a las guías metodológicas comparadas, no solo por las exigencias, también por los aspectos que tiene en cuenta a la hora de evaluar una edificación es BREEAM, los resultados en este caso, teóricamente frente al resto de normas, es la más exigente, sobre todo porque tiene en cuenta a uno de los aparatos que presentan un mayor consumo, siendo este la lavadora, sino también en grifería, y este punto ya son los componentes que suponen el gasto más grande, según se evidencia en el aforo hecho en la casa de estudio.

15. CONCLUSIONES

- Las metodologías internacionales intentan una universalidad, esto es un vano intento, pues no consideran lugares con climas casi constantes durante todo un año, pues provienen de lugares con condiciones estacionales, mientras que la guía propuesta de forma conjunta entre el gobierno nacional y CAMACOL, es pertinente a la realidad de un país tropical como Colombia, pero su concepción no determina parámetros establecidos para la acreditación o hacia donde se quiere llegar con un documento tan completo como lo es este, teniendo en cuenta que el documento no encuentra ningún tipo de parametrización en cuanto a deberes por parte de interesado a la aplicación de la misma, no es claro cómo puede llegar a ser usada en consecuencia de lo que propone su nombre de Guía.
- La elaboración de una guía metodológica de construcción sostenible en el componente agua para una edificación estrato 3, demostró que el ahorro que se puede obtener sin necesidad de comprometer el bienestar de los habitantes de una edificación es significativo, y aunque el periodo de retorno de la inversión necesaria para implementar es de más de 40 años, este no puede ser un disuasor para tomar dichas medidas, pues el valor del agua va más allá y significa la supervivencia de la especie humana.
- El ahorro mayor se presenta en la norma BREEAM, es la norma más rigurosa, y la forma de acreditación de la misma es el más exigente, pues cada crédito dentro del mismo componente está supeditado por la obtención de los predecesores, garantizando así un mejoramiento ascendente en la forma en la que se avanza en la implantación de la misma.
- Frente al análisis de los diferentes electrodomésticos y aparatos sanitarios, sin lugar a dudas la lavadora es un aparato clave dentro del ahorro del consumo de una vivienda, es el electrodoméstico crítico y determinante dentro del aumento o disminución del consumo en la línea base, aunque cada guía metodológica tiene fortalezas y puntos a mejorar dentro de sus exigencias, BREEAM prevalece sobre las otras, es por ello que más que las otras fueron tomadas como punto de referencia.

16. BIBLIOGRAFÍA

1. **AYALA SÁNCHEZ, PAOLA ANDREA y PEÑA PARDO, MIGUEL DANILO.** [En línea] 07 de DICIEMBRE de 2016. <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5086/1/AyalaS%C3%A1nchezPaolaAndrea2015.pdf>.
2. **Alerta, Nuestro Planeta en.** Youtube. [En línea] 28 de julio de 2017. [Citado el: 22 de Marzo de 2018.] https://www.youtube.com/watch?v=u_M5rjbpUlo.
3. **Comercio, Grupo El.** El Comercio. [En línea] 22 de Marzo de 2018. [Citado el: 24 de Marzo de 2018.] <https://elcomercio.pe/tecnologia/ciencias/dia-mundial-agua-ciudad-cabo-primera-ciudad-mundo-quedarse-agua-noticia-490433>.
4. ¿ *DESARROLLO SOSTENIBLE EN COLOMBIA?* **semana.** Bogotá : s.n., 2011.
5. **BREEAM® España.** 2018 Construcción Sostenible BREEAM® ES. [En línea] BREEAM® España, 2018. [Citado el: 25 de Marzo de 2018.] <http://www.breeam.es/conocenos/breeam-espana>.
6. **U.S. Green Building Council (USGBC).** *What is USGB? (2014).* Washington D.C. : U.S. Green Building Council (USGBC), 2014.
7. **Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia.** *REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE (NSR10).* 2010. págs. 18-19. Vol. K.
8. *EFICIENCIA EN EL CONSUMO DE AGUA.* **Giraldo, Manco Silva Deibys, Jhoniers, Erazo Guerrero y Ana, Cruz Ocampo Maria.** Medellín : s.n., 2012.
9. **Schleich , Joachim y Hillenbrand, Thomas.** *Determinants of Residential Water Demand in Germany .* Karlsruhe : Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research, 2007.
10. **RAMIREZ, AURELIO.** *LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE.* 2012.
11. **ADN.** Un recurso a proteger. *EN DIA MUNDIAL DEL AGUA, EL PAIS REITERA TAREA PARA PROTEGERLA.* 2018.
12. **Manuel, Becerra Rodríguez.** scielo. [En línea] Julio de 2007. [Citado el: 17 de Noviembre de 2018.] http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-49932007000200008.

13. **Daly, Herman.** ecoticias. *¿Qué es la sostenibilidad ambiental?* [En línea] 2 de Febrero de 2017. [Citado el: 26 de marzo de 2018.] <https://www.ecoticias.com/sostenibilidad/132018/sostenibilidad-ambiental>.
14. **Baptiste, Brigitte.** Semana Sostenible. *Culturas de sostenibilidad*. [En línea] 23 de 05 de 2017. [Citado el: 2018 de 03 de 26.] <http://sostenibilidad.semana.com/opinion/articulo/brigitte-baptiste-culturas-de-sostenibilidad/37874>.
15. **Sánchez , Vicente y Guiza, Beatriz.** *Glosario de terminos sobre medio ambiente*. Santiago de Chile : Oficina regional de educación de la UNESCO para America Latina y el Caribe, 1989.
16. **CAMACOL, IFC y Ministerio de vivienda.** *Guía de contrucción sostenible para el ahorro de agua y energia en edificaciones*. 2010.
17. **Colombia, Sistema de Información Ambiental de.** Gestion del Agua. [En línea] [Citado el: 18 de noviembre de 2018.] <http://www.siac.gov.co/gestionagua> .
18. **DANE.** Estratificación socioeconómica para servicios públicos domiciliarios. [En línea] [Citado el: 19 de noviembre de 2018.] <https://www.dane.gov.co/index.php/servicios-al-ciudadano/servicios-de-informacion/estratificacion-socioeconomica>.
19. **ESPECTADOR, EL.** La mitad de los habitantes de Bogotá son de clase media. [En línea] 13 de agosto de 2017. [Citado el: 18 de noviembre de 2018.] <https://www.elespectador.com/noticias/bogota/la-mitad-de-los-habitantes-de-bogota-son-de-clase-media-articulo-707875>.
20. **Sostenible, Consejo Colombiano de Construcción.** LEED se consolida en Colombia con 335 proyectos. [En línea] 20 de Noviembre de 2016. [Citado el: 20 de Marzo de 2018.] <https://www.cccs.org.co/wp/2016/11/20/leed-se-consolida-en-colombia-con-335-proyectos/>.
21. **La Nación.** Los acueductos en la historia. *La Nación*. 2014.
22. **National Geographic.** National Geographic. [En línea] 2017. [Citado el: 26 de 03 de 2018.] <https://www.nationalgeographic.com/archaeology-and-history/magazine/2017/01-02/babylon-mesopotamia-ancient-city-iraq/>.
23. **pública., Quevedo V. Emilio.** *Cuando la higiene se volvió.* Cuando la higiene se volvió pública. [En línea] 2004.
24. **De P. Mellado, D. Francisco.** *Artes y Manufacturas, De Agrucultura, de minas, etc.* Madrid : Libreria Española, 1957. Vol. 4.

25. **TURK , JONATHAN, TURK, AMOS y T. WITTES, JANET.** *ECOLOGY, POLLUTION, ENVIROMENT*. NUEVA YORK : SOUNDERS COMPANY, 1972.
26. **TIEMPO, REDACCION EL.** Redes de agua y alcantarillado en Colombia durante el siglo XX. [En línea] 2010.
27. **BRE Group.** Our History. [En línea] 2018. <https://www.bre.co.uk/history>.
28. **Jean-François, Vergès.** Servicios de agua potable y alcantarillado:. [En línea] 2008. [Citado el: 18 de Noviembre de 2018.] <https://archivo.cepal.org/pdfs/Waterguide/lcw0334s.PDF>.
29. **SOSTENIBLE, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO.** MINAMBIENTE. [En línea] 26 de Mayo de 2015. [Citado el: 18 de Noviembre de 2018.]
30. **Gobierno de la Republica de Colombia.**
31. **MINAMBIENTE.** LEY 373 DE 1997 . [En línea] 6 de Junio de 1997. [Citado el: 18 de Noviembre de 2018.] http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley_0373_1997.pdf.
32. *Revista cubana para la salud pública.* **Domínguez, Yanetsys Sarduy.**
33. **ANDRÉS, CAMARGO LEGUIZAMÓN CARLOS y ANDRÉS, ROMERO TORO CAMILO.** *GUIA PARA LA DISMINUCION DEL CONSUMO DEL AGUA EN VIVIENDAS ESTRATO 3, EN COLOMBIA.* 2018.
34. **Ministerio de Vivienda.** Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones . Bogotá D.C. : Gobierno de Colombia, 2015.
35. **www.arpro.com.co.** Certificación LEED | Arpro. [En línea] <http://www.arpro.com.co/leed/certificacion-leed/>.
36. **U.S. Green Building Council.** usgbc. *LEED Green Building Certification System (El sistema de certificación de construcciones.* [En línea] [Citado el: 26 de Marzo de 2018.] <https://www.usgbc.org/Docs/Archive/General/Docs10716.pdf>.
37. **Alianza Internacional de Desarrollo Territorial.** Alianza Internacional de Desarrollo Territorial. *COLOMBIA NORMATIVIDAD EFICIENCIA ENERGÉTICA Y USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS.* [En línea] 01 de 06 de 2014. [Citado el: 26 de 03 de 2018.] <https://aidterritorial.org/2014/06/01/colombia-normatividad-eficiencia-energetica-y-uso-de-energias-alternativas/>.
38. **Péres R., Gonzalo y Roldán P., Gabriel.** *NIVELES DE CONTAMINACIÓN POR DETERGENTES Y SU INFLUECIA EN LAS COMUNIDADES BENTICAS DEL RIO RIONEGRO.* 1972.